

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS GEOMÉTRICOS DE LA CARRETERA  
CUTERVO-SÓCOTA, DE ACUERDO AL MANUAL DE DISEÑO  
GEOMÉTRICO DG-2018**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

Bach: ALEX VÍLCHEZ FUENTES

**ASESOR:**

M. en I. JOSÉ BENJAMÍN TORRES TAFUR

**CAJAMARCA – PERÚ**

**2023**

Copyright © 2023 by  
Alex Vílchez Fuentes  
Todos los derechos Reservados

## **DEDICATORIA**

A Paulina mi madre.

A mi padre Félix, a mis tías/os por su apoyo incondicional; a mis abuelos y hermanos,  
A todos ellos mi gratitud.

A la Universidad Nacional de Cajamarca, a los docentes que cada día imparten el conocimiento y sus experiencias de vida.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecer a Dios por guiarme en este camino sinuoso, por la inspiración para poder cada día ser mejor ser humano; por mantener nuestra fe y confianza en nosotros mismos.

Gracias a mis padres: Paulina y Félix; por su compromiso con la vida, el ejemplo de lucha y constante superación.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>III</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>IV</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDO.....</b>	<b>V</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>IX</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>XI</b>
<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS .....</b>	<b>XII</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>XIII</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>XIV</b>
<b>CAPITULO I: INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA: .....	1
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA:.....	2
1.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN: .....	2
1.4 ALCANCES Y DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN: .....	3
1.5 LIMITACIONES: .....	3
1.6 OBJETIVOS: .....	3
1.6.1 Objetivo general:.....	3
1.6.2 Objetivos específicos: .....	3
1.7 HIPÓTESIS GENERAL.....	4
1.8 VARIABLES. ....	4
1.8.1 variable independiente. ....	4
1.8.2 Variable dependiente. ....	4
<b>CAPITULO II: MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>5</b>
2.1 ANTECEDENTES TEÓRICOS: .....	5
2.1.1 Antecedentes internacionales.....	5
2.1.2 Antecedentes nacionales. ....	5
2.1.3 Antecedentes locales. ....	6

2.2	BASES TEÓRICAS:.....	7
2.2.1	CARRETERA. ....	7
2.2.2	DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS. ....	8
2.2.3	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	8
2.2.4	CLASIFICACIÓN DE LA CARRETERA.....	9
2.3	CRITERIOS Y CONTROLES BÁSICOS PARA EL DISEÑO GEOMÉTRICO. ....	11
2.3.1	Vehículo de diseño.....	11
2.3.2	Velocidad de diseño.....	12
2.3.3	Distancia de visibilidad.....	14
2.3.3.1	Distancia de visibilidad de parada. ....	14
2.3.3.2	Distancia de visibilidad de paso o adelantamiento. ....	15
2.3.4	Diseño Geométrico en Planta.....	16
2.3.4.1	Tramos en tangente.....	16
2.3.4.2	Curvas circulares.....	17
2.3.4.3	Curvas de vuelta.....	18
2.3.4.4	Sobreechancho.....	19
2.3.5	Diseño Geométrico en Perfil.....	21
2.3.6	Diseño Geométrico de la Sección Transversal. ....	29
2.4	DEFINICIONES DE TÉRMINOS BÁSICOS .....	32
	<b>CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>34</b>
3.1	UBICACIÓN .....	34
3.1.1	UBICACIÓN GEOGRÁFICA, COORDENADAS UTM – WGS84 – ZONA 17S .....	36
3.2	MATERIALES Y EQUIPOS TOPOGRÁFICOS.....	37
3.3	PROCEDIMIENTO. ....	39
3.3.1	Trabajo de campo.....	39
3.3.2	Trabajo de gabinete u oficina.....	42
3.4	TRATAMIENTO, ANÁLISIS DE DATOS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	43
3.4.1	Tipo, nivel y método de investigación.....	43
3.5	ESTUDIO DE TRÁNSITO.....	44
3.5.1	Cálculo del índice medio diario semanal.....	44
3.5.2	Cálculo del índice medio diario anual.....	45

3.6	CLASIFICACIÓN DE LA CARRETERA. ....	46
3.6.1	Demanda .....	46
3.6.2	Orografía.....	46
3.6.3	Jerarquía.....	57
3.6.4	Descripción de la ruta .....	57
3.7	DETERMINACIÓN DEL VEHÍCULO DE DISEÑO. ....	58
3.8	DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD DE DISEÑO.....	58
	<b>CAPITULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>59</b>
4.1	DISTANCIA DE VISIBILIDAD.....	59
4.2	DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA. ....	62
4.2.1	Tramos en tangente .....	62
4.2.2	Radio mínimos. ....	65
4.2.3	Curvas de vuelta.....	69
4.2.4	Sobreechancho.....	70
4.3	DISEÑO GEOMÉTRICO EN PERFIL. ....	74
4.3.1	Pendiente máximas y mínimas.....	74
4.3.2	Pendientes máximas excepcionales. ....	75
4.3.3	Curvas Verticales.....	77
4.4	DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL.....	78
4.4.1	Calzada.....	78
4.4.2	Bermas. ....	88
4.4.3	Peralte y bombeo.....	97
4.5	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	106
4.5.1	Distancia de visibilidad.....	106
4.5.2	Diseño geométrico en planta.....	107
4.5.3	Diseño geométrico en perfil.....	108
4.5.4	Diseño geométrico de la sección transversal. ....	109
4.5.5	Contrastación de hipótesis. ....	109
	<b>CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. ....</b>	<b>110</b>
5.1	CONCLUSIONES.....	110

5.2 RECOMENDACIONES .....	110
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>111</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>113</b>
ESTUDIO DE TRÁFICO. ....	113
PANEL FOTOGRÁFICO. ....	120
PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN.....	124
PLANO DE PLANTA Y PERFIL.....	125
PLANO DE SECCIONES TÍPICAS.....	126
PLANO DE SECCIONES TRANSVERSALES .....	127

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Longitud mínima de tramo homogéneo y rango de velocidades .....	13
Tabla 2. Rangos de la velocidad de diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía .....	13
Tabla 3. Distancia de visibilidad de parada de acuerdo a las pendientes (m).....	15
Tabla 4. Longitud de tramos en tangente.....	16
Tabla 5. Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras en zona rural.....	18
Tabla 6. Pendientes máximas.....	22
Tabla 7. Valores del parámetro k para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa en carretera de tercera clase.....	27
Tabla 8. Valores del parámetro k para el cálculo de la longitud de curva vertical cóncava en carretera de tercera clase.....	29
Tabla 9. Ancho mínimo de calzada en tangente .....	30
Tabla 10. Ancho de bermas .....	31
Tabla 11. Valores de bombeo de calzada.....	31
Tabla 12. Valores de radio a partir de los cuales no es necesario peralte.....	32
Tabla 13. Valores de peralte máximo .....	32
Tabla 15. Tabla de data topográfica estaciones de apoyo.....	40
Tabla 16. Tasa de Crecimiento Anual del PBI Regional-vehículos pesados.....	42
Tabla 17. Tasa de crecimiento Anual del PBI Regional-vehículos ligeros .....	42
Tabla 18. Tabla Resumen de Vehículos Ligeros .....	44
Tabla 19. Tabla resumen de vehículos pesados .....	44
Tabla 20. Tabla de Clasificación por Demanda.....	46
Tabla 21. Tabla de pendientes longitudinales.....	46
Tabla 22. Tabla de pendientes transversales.....	47
Tabla 23. Clasificación según orografía .....	57
Tabla 24. Tabla de comparación de distancia de parada sentido Cutervo - Socotá.....	59
Tabla 25. Tabla de comparación de distancia de parada sentido Socotá-Cutervo.....	60
Tabla 26. Tabla de tramos en tangente carretera Cutervo-Sócota .....	62
Tabla 27. Tabla de factores a considerar para calcular los radios mínimos de acuerdo a la zona	65
Tabla 28. Tabla de radios mínimos carretera Cutervo-Sócota.....	66

Tabla 29. Tabla de curvas de vuelta Cutervo - Sócota .....	69
Tabla 30. Tabla de comprobación de sobreancho.....	70
Tabla 31. Tabla de comprobación de pendientes máximas y mínimas.....	74
Tabla 32. Tabla de comprobación de pendientes.....	75
Tabla 33. Tabla de longitudes mínimas de curvas verticales.....	77
Tabla 34. Tabla de dimensiones de la calzada.....	79
Tabla 35. Tabla de longitudes de bermas.....	88
Tabla 36. Tabla de longitudes mínimas de curvas verticales.....	97
Tabla 37. Verificación de la distancia de parada sentido Cutervo-Sócota .....	106
Tabla 38. Resumen de parámetros geométricos en planta.....	107
Tabla 39. Resumen de parámetros geométricos en perfil.....	108
Tabla 40. Resumen de secciones transversales.....	109
Tabla 41. Tabla estudio de tráfico del día lunes carretera Cutervo - Sócota .....	113
Tabla 42. Tabla estudio de tráfico del día martes carretera Cutervo - Sócota .....	114
Tabla 43. Tabla estudio de tráfico del día miércoles carretera Cutervo - Sócota .....	115
Tabla 44. Tabla estudio de tráfico del día jueves carretera Cutervo-Sócota .....	116
Tabla 45 .Tabla estudio de tráfico del día viernes carretera Sócota-Cutervo .....	117
Tabla 46. Tabla estudio de tráfico del día sábado carretera Cutervo-Sócota.....	118
Tabla 47. Tabla estudio de tráfico del día domingo carretera Cutervo - Sócota .....	119

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. En el gráfico se representa las Alturas consideradas en vehículos ligeros.....	12
Figura 2. En el Gráfico se Representa las Alturas Consideradas en Vehículos Pesados.....	12
Figura 3. Distancia de visibilidad de adelantamiento .....	15
Figura 4. Elementos y nomenclatura de la curva circular.....	17
Figura 5. Elemento de entrada de una curva de vuelta compleja.....	19
Figura 6. sobreechanco en las curvas .....	21
Figura 7. Curvas verticales convexas y cóncavas.....	24
Figura 8. Curvas verticales simétricas y asimétricas .....	24
Figura 9. Longitud mínima de curva vertical convexa con distancia de visibilidad de parada ....	25
Figura 10. Longitud mínima de curva vertical convexa con distancia de visibilidad de paso .....	26
Figura 11. Longitud mínima de curva vertical cóncava .....	28
Figura 12. Ubicación Departamento Cajamarca.....	34
Figura 13. Localización de la Ruta PE- .....	34
Figura 14. Ubicación de la ruta PE-3ND (Cutervo-Sócota).....	35
Figura 15. Ubicación de la Carretera Cutervo-Sócota km 9+00.00-14+00.00.....	35
Figura16. Punto inicial km 9+0.00 .....	36
Figura 17. Punto final km 14+0.00.....	37
Figura 18. Modelo de tabla para conteo vehicular.....	37
Figura 19. Estación total y trípode usados en el levantamiento topográfico .....	38
Figura 20. Gps y wincha .....	38
Figura 21. Prisma junto con el bastón usados en el levantamiento topográfico .....	38
Figura 22. Dimensiones de camión de diseño Bus E2.....	70
Figura 23. sección más crítica progresiva 9+180 .....	88
Figura 24. Inexistencia de berma en la mayoría tramos .....	88

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Orografía de la Carretera .....	57
Gráfico 2. Comprobación de distancia de parada en ambos sentidos.....	61
Gráfico3.Evaluación tramos en tangente .....	65
Gráfico 4. Porcentaje de radios mínimos que cumplen con el DG-2018.....	69
Gráfico 5. Evaluación de sobrecanchos.....	73
Gráfico 6. Evaluación de pendientes .....	75
Gráfico 7. Tramos evaluados con pendiente menores y superiores al 5%.....	77
Gráfico 8. Evaluación de longitud de curva vertical.....	78
Gráfico 9. Evaluación de ancho de calzada .....	87
Gráfico 10. Evaluación de secciones mayores y menores a 3.30m .....	87
Gráfico 11. Evaluación de peraltes y bombeos.....	106
Gráfico 12. Evaluación de distancia de visibilidad.....	107
Gráfico 13. Evaluación de diseño geométrico en planta.....	107
Gráfico 14. Evaluación de diseño geométrico en perfil.....	108
Gráfico 15. Evaluación de secciones transversales.....	109

## RESUMEN

El estado de las carreteras en el Perú, es en parte la causal de muchos accidentes y pérdida de vidas humanas. La región Cajamarca no es ajena a esta realidad. Muchas carreteras ya no cubren la demanda, debido al incremento poblacional. En tanto muchas de las carreteras no se han acondicionado o modificado, es el caso concreto de la carretera Cutervo-Súcota. Por lo que, la presente investigación se planteó como objetivo principal. Analizar los Parámetros Geométricos de la Carretera Cutervo-Súcota de acuerdo al Manual de Diseño Geométrico DG-2018. Para lo cual se procedió a realizar dos fases de trabajo; trabajos de campo y gabinete, el cual comprende (levantamiento topográfico, estudio de tráfico) y (el tratamiento de datos, el modelado de la carretera en el programa civil 3d con la ayuda de Excel) respectivamente.

La carretera Cutervo-Súcota forma parte de la ruta nacional PE-3ND. En donde se determinó un IMDA de 297 vehículos/día, lo que lo convierte en una carretera de tercera clase. Así mismo se determinó que presenta una orografía tipo ondulada, y su velocidad de diseño debe ser de 40 km/h en zona rural y 30km/h en zona urbana. En la evaluación de los parámetros geométricos se determinó lo siguiente, no cumple: Distancia de parada el 31% de tramos analizados, evaluación en planta, tramos en tangente el 95%, radios mínimos el 77%, sobreechancho 98.26%. De la evaluación en perfil: pendientes mínimas y máximas 11.54%, curvas verticales 64%. Del estudio de las secciones; la calzada 98.58%, berma 100%, peralte y bombeo el 68%. Por lo que se concluye que la carretera Cutervo-Súcota no cumple con los parámetros mínimos del manual DG-2018.

**Palabras claves.** Diseño geométrico, Manual de diseño geométrico DG-2018, Carretera.

## ABSTRACT

The state of the roads in Peru is partly the cause of many accidents and loss of human life. The Cajamarca region is no stranger to this reality. Many highways no longer cover the demand, due to the population increase. While many of the roads have not been conditioned or modified, this is the specific case of the Cutervo-Súcota highway. Therefore, the present investigation was established as the main objective. Analyze the Geometric Parameters of the Cutervo-Súcota Highway according to the DG-2018 Geometric Design Manual. For which we proceeded to carry out two phases of work; field and office work, which includes (topographic survey, traffic study) and (data processing, road modeling in the civil 3d program with the help of Excel) respectively.

The Cutervo-Súcota highway is part of the PE-3ND national route. Where an IMDA of 297 vehicles/day was determined, which makes it a third class road. Likewise, it was determined that it presents an undulating type orography, and its design speed must be 40 km/h in rural areas and 30 km/h in urban areas. In the evaluation of the geometric parameters, the following was determined, it does not comply: Stopping distance 31% of sections analyzed, evaluation in plan, tangent sections 95%, minimum radii 77%, widening 98.26%. From the profile evaluation: minimum and maximum slopes 11.54%, vertical curves 64%. From the study of sections; the roadway 98.58%, berm 100%, superelevation and pumping 68%. Therefore, it is concluded that the Cutervo-Súcota highway does not meet the minimum parameters of the DG-2018 manual.

**Key words.** Geometric design, Geometric Design Manual DG-2018, Highway.

## CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

Muchas de las carreteras de nuestro país no cumplen con las exigencias mínimas que promueve el Manual DG-2018, lo que se convierte en una traba para el desarrollo económico de los pueblos involucrados. Ya que no permite el transporte de mercancía en grandes cantidades y a menores costos y en muchos casos las convierte en carreteras con alto grado de accidentes.

Por lo que es necesario la implementación de infraestructura vial que promueva la integración de los mercados, el desarrollo de la economía en zonas de influencia; facilitando el acceso a los servicios públicos como la educación, la salud. En consecuencia, la infraestructura vial juega un papel imprescindible en el desarrollo económico de un país (CAMEXPERU, 2020).

Por otro lado, según el Plan Nacional de Infraestructura para la Competitividad (PNIC, 2019), La brecha de inversión en el sector transporte estimado a 20 años asciende a 160 958 millones de soles lo que representa el 44% de la brecha en el país. Es de ver entonces, la problemática de la mala calidad de las vías de comunicación terrestre sigue latente.

Como se indica la brecha de inversión en el sector transporte es de los más cuantiosos en nuestro país, Cajamarca no es la excepción. Ya que en muchos casos las carreteras ya no cumplen con la demanda poblacional. Entre ellas la carretera Cutervo-Súcota, la cual presenta un solo carril. Dificultando el traslado de productos con menores costos y el buen servicio a los pasajeros.

El presente trabajo tiene como objetivo principal evaluar los parámetros geométricos de la carretera Cutervo-Súcota de acuerdo al Manual de Diseño Geométrico DG-2018. Cabe precisar que en la presente investigación no se tomó en cuenta el análisis de taludes y cunetas.

### **1.1 Planteamiento del problema:**

En la actualidad los accidentes de tránsito son un constante en las carreteras del estado peruano, según el reporte de la Comunidad Andina de Naciones los accidentes se han incrementado desde el año 2016 hasta el año 2019 en nuestro país; siendo en el 2019 un total de 63 953 accidentes, con una variación promedio de 4% al alza (CAN,2020).

(Pérez,2003), Aunque en la mayoría de los casos los accidentes se dan por factores humanos, se debe mejorar la señalización y el trazado de algunas vías. por otro lado, según el MTC

(2021), En el primer trimestre del 2021, El 1.9% de accidentes de un total de 34 905 se deben a causas de vía en mal estado.

Si bien se sabe que una de las principales causas de muerte en nuestro país se debe a los innumerables accidentes que se registran año tras año. Estos tienen su origen o causas en diferentes factores. Factores como las condiciones técnicas de los vehículos, la capacitación de los conductores, educación peatonal y la geometría vial. Sin embargo, sumado a todos estos factores también está demostrado que los posibles accidentes tendrían lugar debido a las condiciones geométricas que presenta la vía; ya que muchas carreteras de nuestro país no cuentan con un buen diseño geométrico; esto debido al acelerado cambio poblacional y crecimiento del parque automotor, los cuales exigen condiciones diferentes.

En el caso de la carretera muy transitada que va desde la provincia de Cutervo a Súcota; fue diseñada sin tener en cuenta muchos criterios que establece el actual reglamento. Por lo que nace la idea de realizar un estudio para conocer los parámetros de diseño y verificar si cumplen con lo que estipula el Manual de Diseño Geométrico DG-2018.

## **1.2 Formulación del problema:**

¿Los parámetros geométricos de la carretera Cutervo-Súcota cumplen con el Manual de Diseño Geométrico DG-2018?

## **1.3 Justificación de la investigación:**

Esta investigación nace a raíz de que la carretera Cutervo-Súcota parte de la ruta nacional (PE-3ND), es una carretera antigua ya que como se conoce en los últimos mantenimientos y mejoramientos que se le ha venido dando, no se ha modificado la geometría vial.

Siendo esta vía de comunicación una de las más importantes debido a que por intermedio de dicha carretera se tiende lazos de comunicación entre Cutervo, Súcota, La Ramada, San Luis de Lucma, San Andrés, Toribio casanova, Choros, Pimpingos, La Sicilia, entre otros. Merece una investigación de este nivel cuyo propósito es dar un aporte, y poder verificar si los parámetros geométricos de la vía cumplen con lo que establece el Manual de Diseño Geométrico DG-2018. Por otro lado, De acuerdo a las estadísticas, un 2% de PBI nacional está siendo gastado en temas que devienen de accidentes de tránsito en las carreteras de Perú (OMS,20013), accidentes traducidos en pérdidas de vidas humanas, un aumento en la inseguridad a transitar por vía terrestre y la violación de los derechos humanos: derecho a la

vida, a la integridad física y psicológica. Es de notar que los accidentes de tránsito se han convertido en un grave problema de salud pública con alta tasa de accidentes que cada año empeora, es por ello que este problema que aqueja al estado peruano es de interés nacional que de continuar de la misma forma y no priorizar soluciones que ayuden a mitigar tal situación. Esta seguiría causando cada vez mayores gastos al estado y el aumento de pérdida de vidas humanas.

La investigación se justifica porque surge de la necesidad de evaluar el cumplimiento de la norma de diseño Actualizadas (DG-2018) en la carretera Cutervo-Súcota.

#### **1.4 Alcances y delimitaciones de la investigación:**

La presente tesis tiene como fin principal “Evaluar los Parámetros Geométricos de la Carretera Cutervo - Súcota, de acuerdo al Manual de Carreteras DG 2018. Este estudio tiene lugar en el distrito de Cutervo, provincia de Cutervo y departamento de Cajamarca. La presente investigación se desarrollará entre el tramo de la carretera, comprendido entre el centro poblado de La Sugcha y el centro poblado de Yatún en la vía Cutervo-Súcota.

#### **1.5 Limitaciones:**

En la presente investigación se destacan las siguientes limitaciones:

La falta de información acerca de la norma usada para el diseño de la vía. Sin dejar de lado, la falta de información de registro de accidentes documentados por parte de la autoridad de transporte y el INEI.

La falta de información del expediente definitivo de la carretera Cutervo-Súcota, en la web de Provias y otras instancias.

#### **1.6 Objetivos:**

##### **1.6.1 Objetivo general:**

Analizar las características geométricas de la carretera Cutervo-Súcota de acuerdo al Manual de Diseño Geométrico DG-2018.

##### **1.6.2 Objetivos específicos:**

- Realizar el levantamiento topográfico en el tramo comprendido entre el centro poblado de la Sugcha km 9+000.00 y Yatún km 14+000.00, carretera Cutervo-Súcota.
- Realizar el estudio de tráfico desde una estación de conteo y determinar el IMDA, el vehículo de diseño.

- Determinar la clasificación de la carretera de acuerdo a su demanda y orografía.
- Determinar qué características geométricas comprendidas en: alineamiento horizontal, alineamiento vertical y sección transversal, cumplen con el manual de diseño geométrico DG-2018.

### **1.7 Hipótesis general.**

Las características geométricas de la carretera Cutervo-Sócota no cumplen con el Manual de Diseño Geométrico DG-2018.

### **1.8 Variables.**

#### **1.8.1 variable independiente.**

Los parámetros geométricos de la carretera Cutervo-Sócota desde el km 9+00.00 al km 14+00.00

#### **1.8.2 Variable dependiente.**

Las características geométricas que establece el Manual de Diseño Geométrico DG-2018

## CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes teóricos:

#### 2.1.1 Antecedentes internacionales.

**Gómez, (2020)**, en su tesis de maestría: “Evaluación de la Seguridad Vial de la Carretera CV-310 entre los PPKK 9+185 y 20+240 (Tramo “Bétera – Serra”), utilizando la metodología IRAP”. En donde analiza la geometría de la vía en mención en la provincia de Valencia, cuyo objetivo es determinar la seguridad vial de un tramo de la carretera convencional CV-310. Para dicho fin el autor se apoya de datos operativos y técnicos de la carretera, tales como; el análisis del diseño geométrico, en planta, perfil y secciones transversales. Junto con el análisis del tráfico vehicular y el análisis de consistencia.

Así mismo, en base a lo antes mencionado. El estudio se complementó con el uso de las herramientas VIDA-IRAP. Donde logra determinar posibles tramos de riesgo y deficiencia en la calidad de seguridad vial.

#### 2.1.2 Antecedentes nacionales.

**Meléndez, (2019)** en su tesis de grado “Análisis técnico del diseño geométrico de la carretera nacional PE-3N, con relación al manual de carreteras DG-2018, tramo: KM. 136+000 – KM. 141+000”

Donde destaca la finalidad de realizar el análisis del Diseño Geométrico del alineamiento horizontal, vertical y sección transversal de la carretera nacional PE-3N tramo: Km 136+000 – Km 141+000, debido a que esta carretera es una ruta alterna a la carretera central. Dicho análisis se realiza mediante el estudio de un tramo representativo de 5 km. Al realizar el análisis del tramo en estudio con las Normas pertinentes (DG 2018) se encontró que muchos parámetros del diseño geométrico de la carretera no cumplen con la norma, parámetros como: longitud mínima en tangente, radios mínimos, pendientes máximas, curvas de transición, peraltes, etc. Dichos parámetros repercuten en el aspecto operativo de los vehículos y en la seguridad vial. Se realizó la evaluación in situ de los puntos de la carretera en la cual se encontraron las observaciones de los parámetros de diseño geométrico, con el fin de poder analizar las causas por la cual dicho diseño geométrico no cumple con la Norma. Como resultado del análisis de la carretera se pudo

encontrar que muchos tramos de la carretera en estudio no cumplen con la Norma, por las limitaciones de la topografía muy accidentada que presenta dicha carretera, similares al que encontramos en gran parte de la geografía peruana. Si respetamos los parámetros de la norma, involucraría mucho movimiento de tierra, lo cual implica en gran parte la alteración del paisaje y altos presupuestos. A pesar que algunos parámetros del diseño geométrico de la carretera no cumplen con la norma, no impide el funcionamiento de aquella. Sin embargo, en la tesis se propone como solución económica y aplicable en el corto plazo, optimizar la señalización tanto horizontal como vertical, lo cual permita generar apariencia atractiva, visuales agradables y estructuras bellas en la carretera, además, de despertar el interés y la atención de los conductores. Además de lo anterior, otra solución que implica mayor inversión en el mediano plazo, es optimizar IV la distancia de visibilidad de parada, para asegurar mejores condiciones operativas y por consiguiente una mejor seguridad vial. Así mismo, **Alvaron**, (2022) en su tesis “Evaluación de los Parámetros del Diseño Geométrico de la Carretera Huaraz-Santo Toribio (L=16 km) con el Manual de Diseño Geométrico 2018”. En la cual se plantea como objetivo determinar los parámetros geométricos de diseño en dicha carretera, para lo cual desarrolló el análisis de las características geométricas en planta, perfil y secciones transversales. Así mismo, el autor determina en su investigación que dicha carretera es de tercera clase con una orografía accidentada. En tanto después de realizar el análisis determina que los parámetros analizados no cumplen con el DG-2018.

### **2.1.3 Antecedentes locales.**

En el departamento de Cajamarca, **Chunga Flores**, (2019) realizó la evaluación integral de la carretera Namora – Matara en función a sus parámetros de diseño geométrico, donde detalla los trabajos previos realizados. Así como el levantamiento topográfico, el levantamiento del inventario de señalización existente. Determinando la longitud del tramo de la carretera en estudio (7.53km) con dos carriles de circulación. Además, se determina Según el conteo vehicular realizado durante una semana se determinó que es una carretera de segunda clase con orografía plana tipo I. Se encontró 36 curvas horizontales, 22 curvas verticales, 108 señales verticales y marcas en el pavimento a lo largo de toda la carretera. De los parámetros geométricos evaluados se obtuvo que la distancia de visibilidad de paso, no cumplen en un 77.78%; los radios mínimos no cumplen en un 36.11%, los peraltes no

cumplen en un 27.78%; los sobreechornos no cumplen en un 11.43%, el ancho mínimo de calzada no cumple en un 60% de toda la longitud; el ancho de bermas no cumple en un 100% en todo el tramo, las pendientes mínimas y máximas no cumplen en un 13.64% y la longitud de las curvas verticales convexas y cóncavas no cumplen en un 20% y 10% respectivamente. El inventario refleja la existencia de 108 señales verticales, de las cuales un 86.11% se califican como “Bueno”, un 10.19% “Regular” y un 3.70% en “Mal estado”. Las señales horizontales o marcas en el pavimento existentes están en buen estado. Luego de evaluar los parámetros geométricos con la DG – 2018, y la señalización vial existe se concluye. La carretera Namora – Matara no cuenta con seguridad vial teniendo en cuenta los parámetros de diseño y la señalización, pues de la investigación se concluye que el factor vía es el responsable del 82% de la cantidad total de accidentes.

Por otro lado, **Aguilar**, (2019). En su investigación “Evaluación de los Elementos del Diseño Geométrico de la Carretera Entre el Cruce Polloc-el Mangle, Distrito de la Encañada - Cajamarca-Cajamarca”. Donde el investigador realiza el análisis, la descripción de las características geométricas de la mencionada carrera. Llegando también a la conclusión de que, en su mayoría de los elementos analizados, no cumplen con las exigencias del manual. También, **Villena**, (2021) realiza la investigación acerca del “Análisis de la Consistencia de la Carretera Centro Poblado Huambocancha Alta – Centro Poblado Porcón Bajo y su Relación con la Seguridad Vial”. Donde se determina que la vía estudiada es de primera clase con orografía tipo II y una velocidad de diseño de 60 Km/h. así mismo en la investigación determina que la mayoría de los tramos analizados son inconsistentes e inseguros. En donde las características geométricas del tramo estudiado incumplen con el Manual de Diseño Geométrico DG-2018. Por lo que el autor recomienda realizar una ampliación de la vía ya que presenta deficiencias en cuanto a los parámetros geométricos.

## **2.2 Bases teóricas:**

### **2.2.1 Carretera.**

De acuerdo al autor **Cárdenas**, (2015), una carretera es:

una infraestructura de transporte especialmente acondicionada dentro de toda una faja de terreno denominada derecho de vía, con el propósito de permitir la circulación de vehículos

de manera continua en el espacio y en el tiempo, con niveles adecuados de seguridad y comodidad. (pag.01)

Así mismo el Manual de Diseño Geométrico (DG,2018) lo define como:

Camino para el tránsito de vehículos motorizados de por lo menos dos ejes, cuyas características geométricas, tales como: pendiente longitudinal, pendiente transversal, sección transversal, superficie de rodadura y demás elementos de la misma, deben cumplir las normas técnicas vigentes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (pag.10)

### **2.2.2 Diseño geométrico de carreteras.**

Cárdenas Crisales, (2015). Define al Diseño Geométrico como un proceso en el cual entra a tallar las ciencias básicas como la matemática, la física y la geometría. Fijando una correlación entre los elementos físicos y las características de operación de los vehículos.

### **2.2.3 Levantamiento topográfico**

#### **2.2.3.1 Definición**

Se realizan con el propósito de determinar la configuración del terreno y la ubicación sobre la superficie de la tierra Casanova, (2002).

Por otro lado. **Gómez, (2015)** resalta que se aplica a superficies reducidas, por lo que se puede realizar despreciando la curvatura terrestre.

#### **2.2.3.2 Levantamiento topográfico de vías de comunicación**

Llamada así aquella que sirve para el estudio y construcción de caminos, ferrocarriles, líneas de transmisión, etc. **Gómez, (2015)**.

#### **2.2.3.3 Estación total**

Mendoza, (2012). Instrumento topográfico formado por un teodolito y un distanciómetro. Los cuales llevan en su interior un microprocesador y una libreta electrónica. Cabe destacar que la estación total, proporciona datos de alta precisión y un gran ahorro de tiempo.

#### **2.2.3.4 Métodos de secciones transversales**

Método comúnmente utilizado en levantamiento para estudios y proyectos de

obras lineales (carreteras, ferrocarriles). En la cual se traza secciones transversales a lo largo de la vía, los cuales pueden estar separados entre 20 o 40 metros dependiendo del tipo de terreno Casanova, (2002).

### **2.2.3.5 Levantamiento con estación total**

El uso de la estación total aumenta la precisión angular y lineal, reduciendo los tiempos de levantamiento y gabinete. Por otro lado, para el levantamiento con estación total se incluye dos términos (espalda y frente) Mendoza, (2012).

Así mismo Casanova, (2002). Destaca la ventaja de levantamiento con estación total radica en la toma y registro de datos de forma automática, lo que permite eliminar los errores de anotaciones, lectura, transcripción y cálculo. Así también el cálculo de coordenadas lo realiza la maquina mediante programas de computación.

## **2.2.4 clasificación de la carretera.**

### **2.2.4.1 Clasificación por demanda.**

#### **Autopista de Primera Clase.**

Son carreteras con IMDA en adelante (Índice Medio Diario Anual) mayor a 6000 veh/día, de calzadas divididas por medio de separador central mínimo de 6.00 m; cada una de las calzadas debe contar con dos o más carriles de 3.60 m de ancho como mínimo, con control total de accesos (ingresos y salidas) que proporcionan flujos vehiculares continuos, sin cruces o pasos a nivel y con puentes peatonales en zonas urbanas. (DG- 2018, MTC. Pag.12)

#### **Carretera de segunda clase.**

Según el Manual de carreteras (DG-2018,2018):

Son carreteras con IMDA entre 6 000 y 4 001 veh/día, de calzadas divididas por medio de un separador central que puede variar de 6.00 a 1.00 metro, en cuyo caso se instalará un sistema de contención vehicular; cada una de las calzadas debe contar con dos o más carriles de 3.60 m de ancho como mínimo, con control parcial de accesos o pasos vehiculares a nivel y puentes peatonales en zonas urbanas.

La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada. (pag.12)

### **Carretera de tercera clase.**

(DG-2018, MTC. P. 12), “Son carreteras con IMDA menores a 400 veh/día, con una calzada de dos carriles de 3,0 m de ancho como mínimo. De manera excepcional estas vías podrían tener carriles de hasta 2.50 m, contando con el sustento técnico correspondiente”

### **Trochas carrozables.**

Son vías transitables, que no alcanzan las características geométricas de una carretera, que por lo general tienen un IDMA menor a 200 veh/día. Sus calzadas deben tener un mínimo de 4.00 m (DG- 2018, MTC. Pag.13).

## **2.2.4.2 Clasificación por orografía.**

### **Terreno plano (tipo 1).**

Tiene pendientes transversales al eje de la vía, menores o iguales al 10% y sus pendientes longitudinales son por lo general menores al 3%, demandando un mínimo de movimiento de tierras, por lo que no presenta mayores dificultades en su trazo (DG-2018, MTC. Pag.14).

### **Terreno ondulado (tipo 2).**

Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 11% y 50% y sus pendientes longitudinales se encuentran entre 3% y 6%, demandando un moderado movimiento de tierras, lo que permite alineamientos más o menos rectos, sin mayores dificultades en el trazo (DG-2018, MTC.pag.14).

### **Terreno accidentado (tipo 3).**

Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 51% y el 100% y sus pendientes longitudinales predominantes se encuentran entre 6% y 8%, por lo que requiere importantes movimientos de tierras, razón por la cual presenta dificultades en el trazado (DG-2018, MTC.pag.14).

### **Terreno escarpado (tipo 4).**

Tiene pendientes transversales al eje de la vía superiores al 100% y sus pendientes longitudinales excepcionales son superiores al 8%, exigiendo el máximo de movimiento de tierras, razón por la cual presenta grandes dificultades en su trazado (DG-2018, MTC.pag.14).

## **2.3 Criterios y controles básicos para el diseño geométrico.**

### **2.3.1 Vehículo de diseño.**

El manual de carreteras (DG-2018, MTC) establece que, el diseño geométrico de carreteras se efectúa en concordancia con los tipos de vehículos, dimensiones, pesos y demás características contenidas en el reglamento nacional de vehículos, vigente. (pag.14)

Así mismo, resulta clave la determinación de las características físicas, la cantidad de vehículos que circulan en una carretera para la estimación geométrica de la vía. Por otro lado, el (DG-2018, MTC), menciona “Estos vehículos seleccionados, con peso representativo, dimensiones y características de operación, utilizados para establecer los criterios de los proyectos de las carreteras, son conocidos como vehículos de diseño”. (Pag.24)

#### **Vehículo ligero.**

Como se establece en el (DG-2018, MTC), las dimensiones de un vehículo ligero no resultan determinantes en un proyecto de carreteras, pero si son la base para estimar algunos parámetros como: distancia de visibilidad de adelantamiento, distancia de parada, entre otros. Así se muestra las dimensiones mínimas asociados a vehículos ligeros.

$h$ : altura de los faros delanteros: 0.60m.

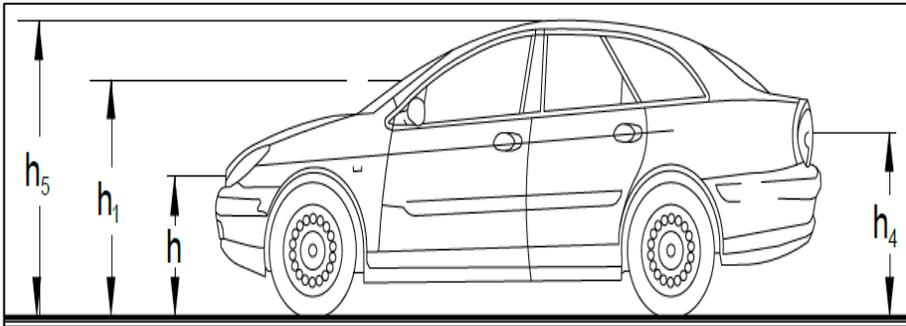
$h_1$ : altura de los ojos del conductor: 1.07 m.

$h_2$ : altura de un obstáculo fijo en la carretera: 0.15 m.

$h_4$ : altura de las luces traseras de un automóvil o menor altura perceptible de carrocería 0.45 m.

$h_5$ : altura del techo del automóvil: 1.30m.

**Figura 1.** En el gráfico se representa las Alturas consideradas en vehículos ligeros



Fuente: DG-2018, MTC (Pag.25).

Nota: se representa las diferentes alturas representativas de en un vehículo ligero.

### **Vehículos pesados.**

Se tiene que tomar en cuenta las dimensiones máximas establecidas en el Reglamento Nacional de Vehículos vigente. Así mismo para calcular las distancias de visibilidad de parada y de paso o adelantamiento es necesario conocer las diferentes alturas en concordancia con los vehículos ligeros (DG-2018, MTC).

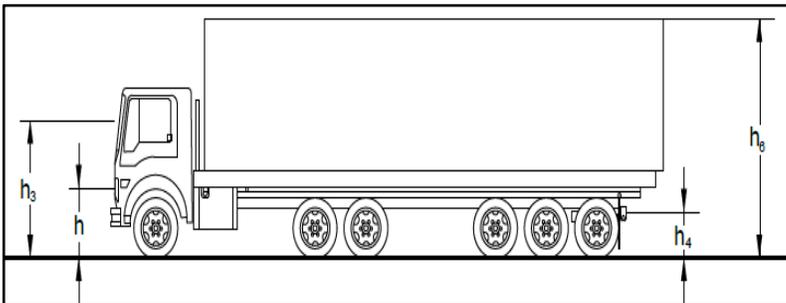
$h$ : altura de los faros delanteros: 0.60m.

$h_3$ : altura de los ojos del conductor de camión o bus, necesario para la verificación de visibilidad en curvas verticales cóncavas bajo estructuras: 2.50 m.

$h_4$ : altura de las luces traseras de un automóvil o menor altura perceptible de carrocería 0.45 m.

$h_6$ : altura del techo del vehículo pesado: 4.10m.

**Figura 2.** En el Gráfico se Representa las Alturas Consideradas en Vehículos Pesados.



Fuente: DG-2018, MTC (Pag.25).

Nota: se representa las diferentes alturas representativas de en un vehículo pesados.

### **2.3.2 Velocidad de diseño.**

De acuerdo a (DG-2018, MTC), se deduce que la velocidad de diseño, también llamada

velocidad directriz es aquella velocidad máxima que cumple con las condiciones de seguridad y comodidad, para una sección determinada. Asimismo, para garantizar la consistencia de la velocidad de diseño se debe identificar tramos homogéneos tomando en cuenta las condiciones de topografía.

Para determinar los tramos homogéneos y así mismo la velocidad de diseño se tiene que cumplir las condiciones siguientes tabla 1:

**Tabla 1.** Longitud mínima de tramo homogéneo y rango de velocidades

Longitud Mínima (km)	Rango de Velocidades (km/h)
3	20 y 50
4	60 y 120

Fuente: (DG-2018, MTC) Pág. 97.

Por otro lado. La diferencia de la Velocidad de Diseño entre tramos contiguos, no debe Sobrepasar los veinte kilómetros por hora (20 km/h).

Para tramos homogéneos la Velocidad de Diseño está definida en función de la clasificación por demanda u orografía de la carretera a diseñarse (Tabla 2).

**Tabla 2.** Rangos de la velocidad de diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía

CLASIFICACIÓN	OROGRAFÍA	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGÉNEO VTR (km/h)											
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	
Autopista de primera clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Autopista de segunda clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Carretera de primera clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Carretera de segunda clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												
Carretera de tercera clase	Plano												
	Ondulado												
	Accidentado												
	Escarpado												

Fuente: (DG-2018, MTC) Pág. 97.

### 2.3.3 Distancia de visibilidad.

Cabe mencionar que para esta investigación sólo se consideró el análisis de visibilidad de parada y visibilidad de paso o adelantamiento.

#### 2.3.3.1 Distancia de visibilidad de parada.

De acuerdo a (DG-2018, MTC), se le denomina a la distancia mínima necesaria para que un vehículo que marcha a la velocidad de diseño se detenga, evitando cualquier objetivo fijo presente en la vía. Así mismo, se destaca la siguiente fórmula para el cálculo de la velocidad de parada en pavimentos húmedos.

$$D_p = 0.278 * V * t_p + 0.03 \frac{V^2}{a}$$

Dónde:

$D_p$  : Distancia de parada (m)

V: Velocidad de diseño (km/h)

$t_p$ : Tiempo de percepción + reacción (s)

a: deceleración en m/s<sup>2</sup> (será función del coeficiente de fricción y de la pendiente longitudinal del tramo).

Por otro lado, se destaca la siguiente fórmula para pendientes superiores a 3%, esto aplica tanto para subida y descenso.

$$D_p = 0.278 V t_p + \frac{V^2}{254 \left[ \left( \frac{a}{9.81} \right) \pm i \right]}$$

Dónde:

d: distancia de frenado en metros

v: velocidad de diseño en km/h

a: deceleración en m/s<sup>2</sup> ( será función del coeficiente de fricción y de la pendiente longitudinal del tramo)

i: pendiente longitudinal (tanto por uno)

+i: subida respecto al sentido de circulación

-i: bajadas respecto al sentido de circulación.

**Tabla 3.** Distancia de visibilidad de parada de acuerdo a las pendientes (m)

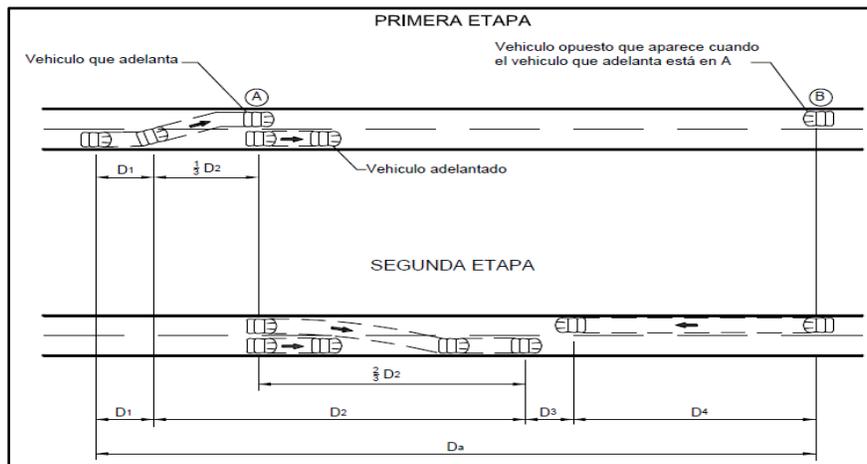
Velocidad de diseño (km/h)	Pendiente Nula o en Bajada				Pendiente en Subida		
	0%	3%	6%	9%	3%	6%	9%
20	20	20	20	20	19	18	18
30	35	35	35	35	31	30	29
40	50	50	50	53	45	44	43
50	65	66	70	74	61	59	58
60	85	87	92	97	80	77	75

Fuente: DG-2018, MTC. Pág. 104, 105.

### 2.3.3.2 Distancia de visibilidad de paso o adelantamiento.

Se considera en las carreteras de dos carriles de sentido contrario, se define como la distancia mínima disponible para que se realice la maniobra en condiciones de seguridad y comodidad, teniendo en cuenta la no alteración de la velocidad del tercer vehículo involucrado. De otro lado se debe tener en cuenta que la diferencia de velocidades entre el vehículo a adelantar no debe ser mayor a 15 km/h cuando la unidad en sentido contrario mantenga la velocidad de diseño (DG-2018, MTC).

**Figura 3.** Distancia de visibilidad de adelantamiento



Fuente: DG - 2018, MTC, Pág.111.

La distancia de visibilidad de adelantamiento, de acuerdo con la Fig. N°03, se

determina como la suma de cuatro distancias, así:

$$D_a = D_1 + D_2 + D_3 + D_4$$

Donde:

$D_a$ : Distancia de visibilidad de adelantamiento, en metros.

$D_1$ : Distancia recorrida durante el tiempo de percepción y reacción, en metros.

$D_2$ : Distancia recorrida por el vehículo que adelante durante el tiempo desde que invade el carril de sentido contrario hasta que regresa a sus carriles, en metros.

$D_3$ : Distancia de seguridad, una vez terminada la maniobra, entre el vehículo que adelanta y el vehículo que viene en sentido contrario, en metros.

$D_4$ : Distancia recorrida por el vehículo que viene en sentido contrario (estimada en  $2/3$  de  $D_2$ ), en metros.

### 2.3.4 Diseño Geométrico en Planta.

#### 2.3.4.1 Tramos en tangente.

Se indican en la siguiente tabla las longitudes mínimas y máximas a tomar en cuenta para los diseños de tramos en tangente, (DG-2018, MTC).

**Tabla 4.** Longitud de tramos en tangente

v (km/h)	L mín.s (m)	L mín.o (m)	L máx (m)
30	42	84	500
40	56	111	668
50	69	139	835
60	83	167	1002
70	97	194	1169
80	111	222	1336
90	125	250	1503
100	139	278	1670
110	153	306	1837
120	167	333	2004
130	180	362	2171

Fuente: DG-2018, MTC. Pág. 127.

Cabe destacar que las longitudes calculadas en la tabla anterior se han realizado en base a las fórmulas siguientes.

- $L_{min.s} = 1.39V$ .

- $L_{min.o} = 2.78V.$

- $L_{max} = 16.7V.$

**Donde:**

- $L_{min.s}$ : Longitud mínima (m) para trazados en “S” (alineamiento recto entre alineamiento con radios de curvatura de sentido contrario).

- $L_{min.o}$ : Longitud mínima (m) para el resto de casos (alineamiento recto entre alineamiento con radios de curvatura del mismo sentido).

- $L_{max}$ : Longitud máxima deseable (m).

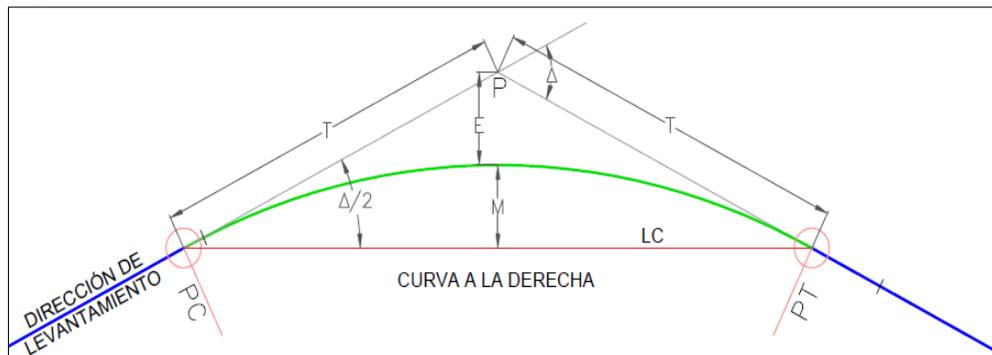
$V$  : Velocidad de diseño (km/h).

#### 2.3.4.2 Curvas circulares.

##### Elementos de la curva circular.

Según el manual (DG-2018, MTC). Se indica los elementos y nomenclatura de las curvas circulares, los cuales deberán ser utilizadas sin variación alguna.

**Figura 4.** Elementos y nomenclatura de la curva circular



Fuente: DG - 2018, MTC, pág. 128.

Donde:

P. C= Punto de inicio de la curva

P. L= Punto de intersección

P. T= Punto de tangencia

E = Distancia a externa (m)

M = Distancia a la ordenada media (m)

R = Longitud del radio de curva (m)

T = Longitud de la subtangente (m)

L = Longitud de la curva (m)

L.C. = Longitud de la cuerda (m)

$\Delta$  = Angulo de deflexión

En tanto;  $T = R \tan(\Delta/2)$

$$L.C = 2R \text{ sen}(\Delta/2)$$

$$L = 2\pi R (\Delta/360)$$

$$M = R[1-\text{cos}(\Delta/2)]$$

$$E = R[\text{sec}(\Delta/2)-1]$$

### Radios mínimos.

Se denomina a los menores radios que pueden recorrerse con la velocidad de diseño a una tasa máxima de peralte. Concordando con las condiciones de seguridad y comodidad, (DG-2018, MTC).

**Tabla 5.** Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras en zona rural

Ubicación de la vía	Velocidad de diseño	p máx. (%)	f máx.	Radio calculado (m)	Radio redondeado (m)
Área rural (plano u ondulada)	30	8.00	0.17	28.3	30
	40	8.00	0.17	50.4	50
	50	8.00	0.16	82.0	85
	60	8.00	0.15	123.2	125
	70	8.00	0.14	175.4	175
	80	8.00	0.14	229.1	230
	90	8.00	0.13	303.7	305
	100	8.00	0.12	393.7	395
	110	8.00	0.11	501.5	500
	120	8.00	0.09	667.0	670
	130	8.00	0.08	831.7	835
Área rural (accidentada o es carpada)	30	12.00	0.17	24.4	25
	40	12.00	0.17	43.4	45
	50	12.00	0.16	70.3	70
	60	12.00	0.15	105.0	105
	70	12.00	0.14	148.4	150
	80	12.00	0.14	193.8	195
	90	12.00	0.13	255.1	255
	100	12.00	0.12	328.1	330
	110	12.00	0.11	414.2	415
	120	12.00	0.09	539.9	540
	130	12.00	0.08	665.4	665

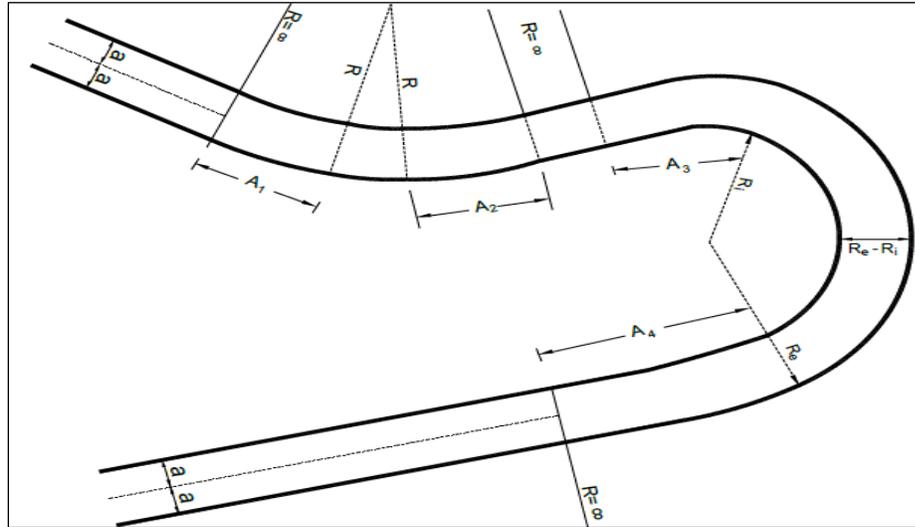
Fuente: DG-2018, MTC. Pág. 129.

### 2.3.4.3 Curvas de vuelta.

Tal como lo menciona el manual, (DG-2018, MTC). Estas curvas son necesarias donde se quiere alcanzar una cota mayor, tomando en cuenta las pendientes máximas y habiendo agotado las alternativas de trazo. Así mismo cabe mencionar que dichas curvas no serán permitidas en autopistas y de utilizarse en carreteras

de primera clase se tendrá en cuenta el radio mínimo interior no debe ser menos a 20 m.

**Figura 5.** Elemento de entrada de una curva de vuelta compleja



Fuente: DG-2018, MTC. Pág. 150,151.

#### 2.3.4.4 Sobreancho.

En los tramos en curva para recompensar el mayor espacio ocupado por lo vehículos es necesario un espacio adicional a la calzada de la vía llamada sobreancho, (DG-2018, MTC).

##### Desarrollo del sobreancho.

(DG-2018, MTC). En general el desarrollo del sobreancho debe desarrollarse gradualmente en la entrada y a la salida de las curvas. Por otro lado, se presentan casos particulares tales como:

- Curvas **circulares simples** (el sobreancho se debe desarrollar linealmente a lo largo de lado interno de la calzada).
- En curvas **con espiral** (el sobreancho se debe desarrollar linealmente, en la longitud de la espiral).

Determinación del desarrollo del sobreancho:

$$S a_n = \frac{S_a}{L} l_n$$

Donde:

$Sa_n$ : sobreebancho correspondiente a un punto distante  $l_n$  metros desde el origen.

$L$ : longitud total del desarrollo del sobreebancho, dentro de la curva de transición.

$l_n$ : longitud en cualquier punto de la curva, medido desde su origen (m).

#### **Valores del sobreebancho.**

Se deduce de la siguiente figura según, (DG-2018, MTC).

Dónde:

$R'$ : Radio hasta el extremo del parachoques delantero.

$s$ : Sobreebancho requerido por un carril

$L$ : Distancia entre el parachoques delantero y el eje trasero del vehículo.

Asumiendo que  $R'$  es sensiblemente igual a  $RC$ , se tiene que para una calzada de  $n$  carriles:

$$Sa = n \left( R - \sqrt{R^2 + L^2} \right) + \frac{V}{10\sqrt{R}}$$

Dónde:

$Sa$ : Sobreebancho (m)

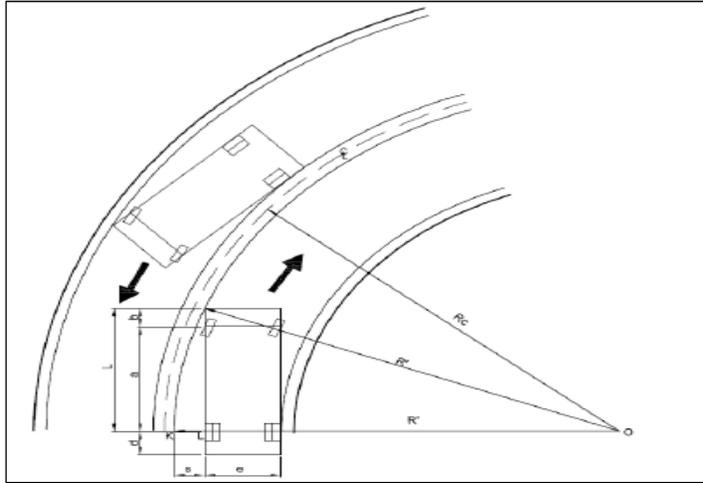
$n$ : Número de carriles

$RC$ : Radio de curvatura circular (m)

$L$ : Distancia entre eje posterior y parte frontal (m)

$V$ : Velocidad de diseño (km/h)

**Figura 6. sobreancho en las curvas**



Fuente: DG-2018, MTC. Pág. 160.

### 2.3.5 Diseño Geométrico en Perfil.

#### 2.3.5.1 Pendiente.

##### **Pendiente mínima.**

Las recomendaciones que adopta el manual, (DG-2018, MTC). Destaca una pendiente mínima de 0.5%, con la finalidad de asegurar un drenaje de las aguas superficiales. Casos particulares:

- Cuando la calzada posee un bombeo de 2% y no existe bermas y/o cunetas, se podrá considerar una pendiente mínima de 0.2%.
- Cuando el bombeo es de 2.5%, se permite considerar pendiente mínima hasta de cero.
- Si existen bermas, la pendiente mínima será desde 0.5% hasta 0.35%.
- Para zonas de transición de peralte, en que la pendiente transversal se anula, se deberá considerar una pendiente mínima de 0.5%.

##### **pendiente máxima.**

Para este caso el manual, (DG-2018, MTC). Recomienda usar la siguiente tabla:

**Tabla 6. Pendientes máximas**

Demanda	Autopistas								Carretera				Carretera				Carretera			
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400			
Características	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera clase			
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h																			10.00	10.00
40 km/h																9.00	8.00	9.00	10.00	
50 km/h											7.00	7.00			8.00	9.00	8.00	8.00	8.00	
60 km/h					6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	7.00	8.00	9.00	8.00	8.00		
70 km/h			5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00		7.00	7.00		
80 km/h	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00		6.00	6.00			7.00	7.00		
90 km/h	4.50	4.50	5.00		5.00	5.00	6.00		5.00	5.00			6.00				6.00	6.00		
100 km/h	4.50	4.50	4.50		5.00	5.00	6.00		5.00				6.00							
110 km/h	4.00	4.00			4.00															
120 km/h	4.00	4.00			4.00															
130 km/h	3.50																			

Fuente: DG-2018, MTC. Pág. 171.

### **Pendientes máximas excepcionales.**

La pendiente podría aumentarse hasta en 1% para todos los casos, haciendo excepción. Previo sustento técnico y económico de dicho incremento, (DG-2018, MTC).

Por otro lado, en carreteras de tercera clase se tomará en cuenta además lo siguiente:

- De existir ascenso continuo y una pendiente mayor a 5%, es necesario proyectar cada 3 km, tramo de descanso de  $L \geq 50$ m. cuya pendiente no mayor de 2%.
- Para pendientes mayores a 10%, tales tramos no excederán los 180 m.
- La pendiente máxima promedio para tramos de longitud mayores a 2,000 m debe ser menor a 6%.
- Para curvas con radios menores a 50m se tiene que evitar pendientes mayores a 8%.

### **2.3.5.2 Curvas verticales.**

#### **Generalidades.**

Para definir una curva vertical parabólica se tiene que recurrir al parámetro k, dicha constante es equivalente a la longitud de la curva en el plano horizontal (m) por cada 1% de variación de la pendiente, (DG-2018, MTC).

$$K = \frac{L}{A}$$

donde,

K : Parámetro de curvatura

L : Longitud de la curva vertical

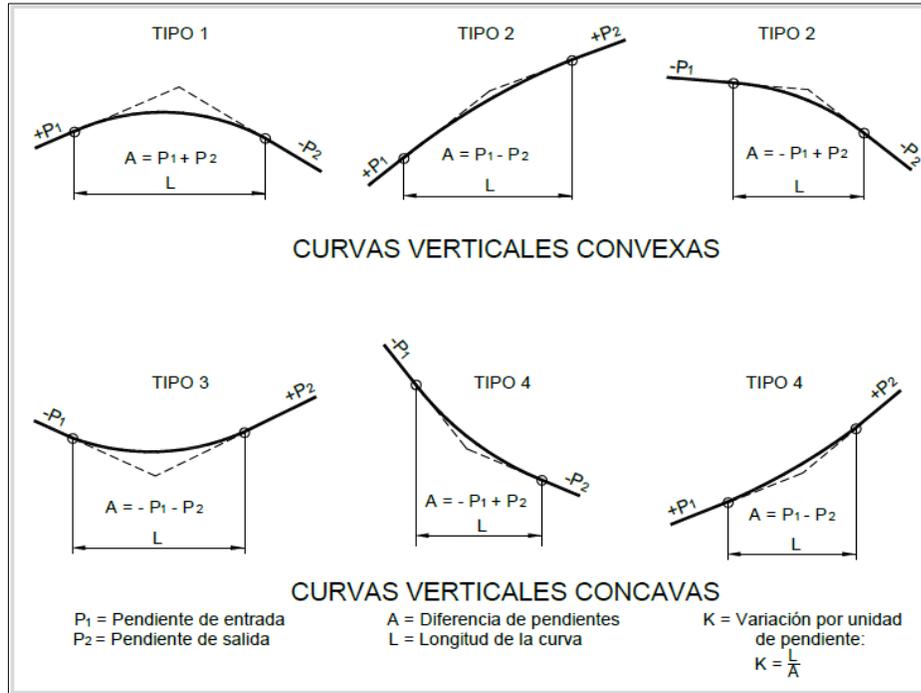
A : Valor Absoluto de la diferencia algebraica de las pendientes

#### **Tipos de curvas verticales.**

Como el manual, (DG-2018, MTC). Lo menciona se va a tratar desde dos enfoques, por su forma y por cómo se dan la proporción de sus ramas:

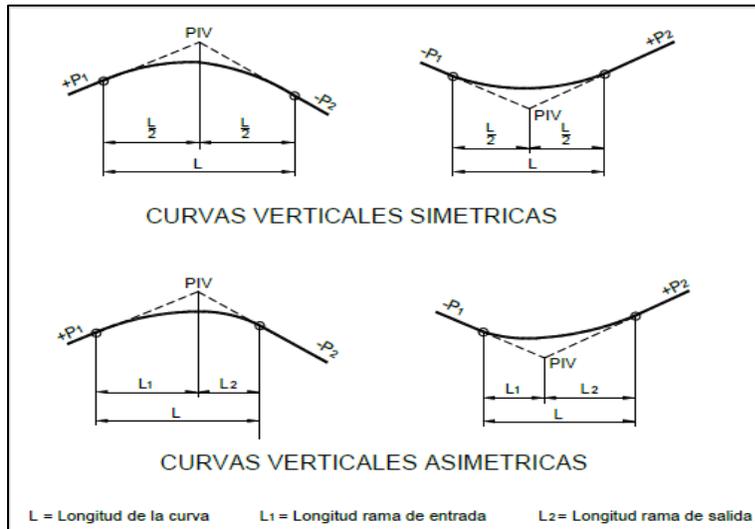
- Por su forma; curvas convexas y cóncavas, fig.7.
- Por la proporción de sus ramas; curvas convexas y cóncavas, fig.8.

**Figura 7. Curvas verticales convexas y cóncavas**



Fuente: DG-2018, MTC. Pág. 175.

**Figura 8. Curvas verticales simétricas y asimétricas**



Fuente: DG-2018, MTC. Pág. 175.

**Longitud de curvas convexas.**

De acuerdo a, (DG-2018, MTC). Para determinar dicha longitud se recurre a las fórmulas siguientes.

- a) Tomando en cuenta la visibilidad deparada ( $D_p$ ).

Cuando  $D_p < L$ ;

$$L = \frac{A D_p^2}{100(\sqrt{2h_1} + \sqrt{2h_2})^2}$$

Cuando  $D_p > L$ ;

$$L = 2 D_p - \frac{200(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}{A}$$

Dónde, para todos los casos:

L: Longitud de la curva vertical (m)

$D_p$ : Distancia de visibilidad de parada (m)

A: Diferencia algebraica de pendientes (%)

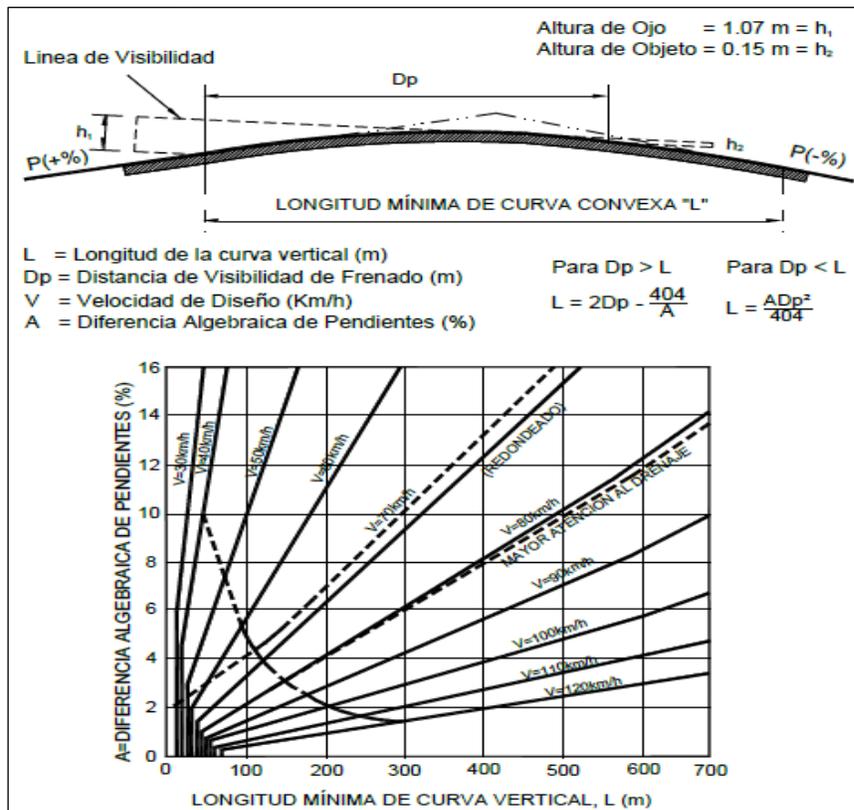
$h_1$ : Altura del ojo sobre la rasante (m)

$h_2$ : Altura del objeto sobre la rasante (m)

donde como se verifica en el manual, se establece los valores comunes de

$h_1 = 1.07$  m y  $h_2 = 0.15$  m.

**Figura 9.** Longitud mínima de curva vertical convexa con distancia de visibilidad de parada



Fuente: DG-2018, MTC. Pág. 178.

b) Tomando en cuenta la velocidad de adelantamiento o paso ( $D_a$ ).

Cuando  $D_a < L$ ;

$$L = \frac{A D_a^2}{946} \dots \dots \dots \text{(Ecuación 15)}$$

Cuando  $D_a > L$ ;

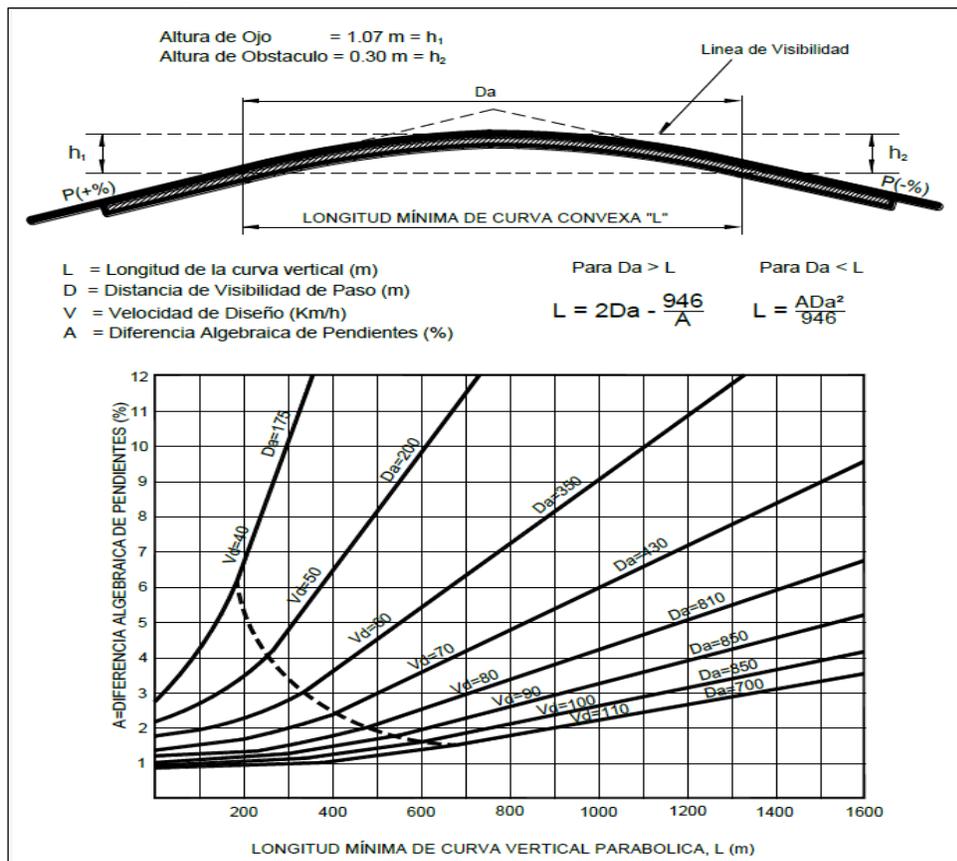
$$L = 2D_a - \frac{946}{A} \dots \dots \dots \text{(Ecuación 16)}$$

Dónde:

$D_a$ : Distancia de visibilidad de adelantamiento o Paso (m)

$L$  y  $A$ : variables idénticas al apartado a.

**Figura 10.** Longitud mínima de curva vertical convexa con distancia de visibilidad de paso



Fuente: DG-2018, MTC. Pág. 179.

Por otro lado, los valores del parámetro  $k$  para determinar la longitud de las curvas verticales convexas en carreteras de tercera clase serán los indicados en la tabla siguiente.

**Tabla 7.** Valores del parámetro  $k$  para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa en carretera de tercera clase

Velocidad de diseño km/h	Longitud controlada por visibilidad de parada		Longitud controlada por visibilidad de paso	
	Distancia de visibilidad de parada	Índice de curvatura K	Distancia de visibilidad de paso	Índice de curvatura K
20	20	0.6		
30	35	1.9	200	46
40	50	3.8	270	84
50	65	6.4	345	138
60	85	11	410	195
70	105	17	485	272
80	130	26	540	338
90	160	39	615	438

Fuente: DG-2018, MTC. Pág. 180.

### Longitud de curvas cóncavas.

Según, (DG-2018, MTC). La longitud de dichas curvas se da de las siguientes fórmulas:

Cuando  $D_a < L$ ;

$$L = \frac{A D^2}{120 + 3.5D}$$

Cuando  $D_a > L$ ;

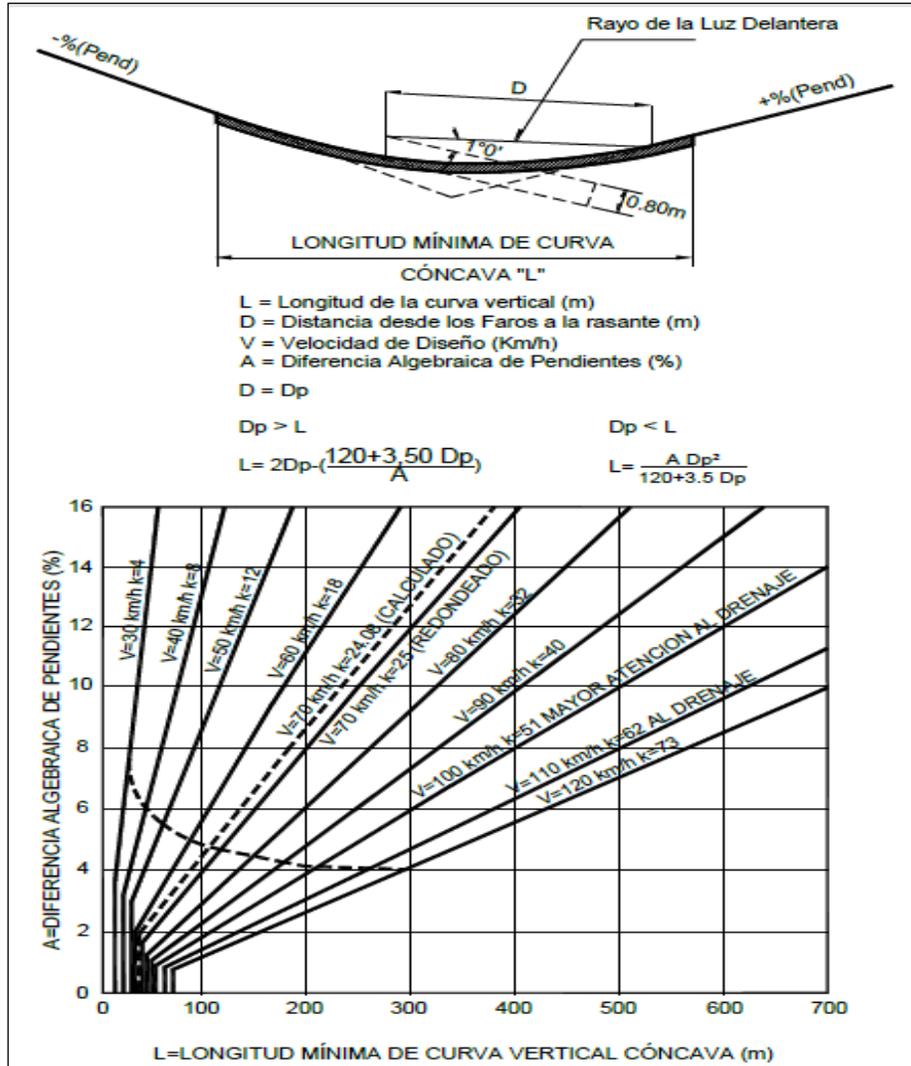
$$L = 2D - \frac{(120 + 3.5D)}{A}$$

Donde:

D: se le denomina a la distancia entre el vehículo y el punto donde con un ángulo de  $1^\circ$ , se intersecan la rasante y los rayos de luz de los faros.

Además, por seguridad se adopta  $D=D_p$ , tal como podemos apreciar en la siguiente figura.

Figura 11. Longitud mínima de curva vertical cóncava



Fuente: DG-2018, MTC. Pág. 181.

Así mismo, considerando que los efectos de la gravedad sumado al de la fuerza centrífuga afectan en mayor proporción a las curvas cóncavas, se recomienda aplicar la siguiente fórmula:

$$L = \frac{A V^2}{395}$$

Donde:

V: Velocidad de proyecto (km/h)

L: Longitud de la curva vertical (m)

A: Diferencia algebraica de pendientes (%)

Cabe indicar que los valores de  $k$  para determinar la longitud de las curvas cóncavas de tercera clase, serán indicadas en la siguiente tabla.

**Tabla 8.** Valores del parámetro  $k$  para el cálculo de la longitud de curva vertical cóncava en carretera de tercera clase

Velocidad de diseño (km/h)	Distancia de visibilidad de parada (m)	Índice de curvatura $K$
20	20	3
30	35	6
40	50	9
50	65	13
60	85	18
70	105	23
80	130	30
90	160	38

Fuente: DG-2018, MTC. Pág. 182.

### 2.3.6 Diseño Geométrico de la Sección Transversal.

#### 2.3.6.1 Elementos de la sección transversal.

Dentro de ellos están los siguientes elementos: carriles, calzadas (también llamada superficie de rodadura), bermas, cunetas, taludes y otros elementos complementarios, (DG-2018, MTC).

#### 2.3.6.2 Calzada o superficie de rodadura.

Se le define como la parte de la carretera destinada a la circulación de vehículos compuesto por uno o más carriles, sin tener en cuenta la berma.

De acuerdo al IMDA de diseño se podrá estimar el número de carriles, del mismo modo que el nivel de servicio deseado. Los anchos de carriles que se usen serán de 3.00 m, 3.30 m y 3.60 m, (DG-2018, MTC).

#### 2.3.6.3 Ancho de la calzada en tangente.

Para determinar el ancho y número de carriles se hace uso del análisis de capacidad y el nivel de servicio de la vía, como se puede ver en la tabla siguiente se indican un ancho de calzada para diferentes velocidades de diseño, (DG-2018, MTC).

**Tabla 9. Ancho mínimo de calzada en tangente**

Clasificación	Autopista								Carretera				Carretera				Carretera					
	> 6,000				6,000 - 4,001				4,000-2.001				2,000-400				< 400					
Tipo	Primera Clase				Segunda Clase				Primera Clase				Segunda Clase				Tercera Clase					
Orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
Velocidad de diseño: 30km/h																					5.00	6.00
40 km/h																	6.60	6.60	6.60	5.00		
50 km/h											7.20	7.20			6.60	6.60	6.60	6.60	6.60	5.00		
60 km/h					7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60	6.60	6.60	6.60	6.60			
70 km/h			7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60		6.60	6.60				
80 km/h	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20			6.60	6.60				
90 km/h	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20	7.20		7.20	7.20			7.20				6.60	6.60				
100 km/h	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20	7.20		7.20				7.20									
110 km/h	7.20	7.20			7.20																	
120 km/h	7.20	7.20			7.20																	
130 km/h	7.20																					

Fuente: DG-2018, MTC. Pág. 191.

Notas:

- Orografía: plano (1), ondulado (2), accidentado (3) y escarpado (4).
- Así mismo, en carreteras de tercera clase podrán utilizarse calzadas de hasta 5.00 m, sustentado técnica y económicamente.

#### 2.3.6.4 Bermas.

Es una franja longitudinal, que va en paralelo y adyacente a la calzada de la vía, el cual deberá tener el mismo peralte o bombeo que la superficie de rodadura, en concordancia con la evaluación técnica y económica del proyecto, (DG-2018, MTC).

#### 2.3.6.5 Ancho de la berma.

Este parámetro se establece en función a la clasificación de la vía, velocidad de diseño y orografía, tal como se muestra a continuación, (DG-2018, MTC).

**Tabla 10. Ancho de bermas**

Clasificación	Autopista				Carretera				Carretera				Carretera							
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400			
Características	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera Clase			
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño: 30 km/h																			0.50	0.50
40 km/h															1.20	1.20	1.20	0.90	0.50	
50 km/h											2.60	2.60			1.20	1.20	1.20	0.90	0.90	
60 km/h					3.00	3.00	2.60	2.60	3.00	3.00	2.60	2.60	2.00	2.00	1.20	1.20	1.20	1.20		
70 km/h			3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	1.20		1.20	1.20		
80 km/h	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00			1.20	1.20		
90 km/h	3.00	3.00	3.00		3.00	3.00	3.00		3.00	3.00			2.00				1.20	1.20		
100 km/h	3.00	3.00	3.00		3.00	3.00	3.00		3.00				2.00							
110 km/h	3.00	3.00			3.00															
120 km/h	3.00	3.00			3.00															
130 km/h	3.00																			

Fuente: DG-2018, MTC. Pág. 193.

### 2.3.6.6 Bombeo

La inclinación mínima de la vía, tanto en tramos en tangente como en curvas en contraperalte. Para lograr una evacuación de las aguas de la superficie. Tomando en cuenta que el tipo de superficie y los niveles de precipitación en la zona, (DG-2018, MTC).

Valores de bombeo de la calzada a tomar en cuenta de acuerdo a la siguiente tabla:

**Tabla 11. Valores de bombeo de calzada**

Tipo de Superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación <500 mm/año	Precipitación >500 mm/año
Pavimento asfáltico y/o concreto Portland	2.0	2.5
Tratamiento superficial	2.5	2.5-3.0
Afirmado	3.0-3.5	3.0-4.0

Fuente: DG-2018, MTC. Pág. 193.

### 2.3.6.7 Peralte

Dicha inclinación de la carretera en los tramos de curva, está proyectada para

contrarrestar la fuerza centrífuga del vehículo, (DG-2018, MTC).

**Valores del peralte.**

De acuerdo al manual (DG-2018, MTC), se dice que las curvas horizontales deben ser peraltadas, menos los valores establecidos en las tablas siguiente:

**Tabla 12.** *Valores de radio a partir de los cuales no es necesario peralte*

Velocidad (km/h)	40	60	80	≥100
Radio (m)	3,500	3,500	3,500	7,500

Fuente: DG-2018, MTC. Pág. 196.

**Tabla 13.** *Valores de peralte máximo*

Pueblo o ciudad	Peralte Máximo (p)		Ver Figura
	Absoluto	Normal	
Atravesamiento de zonas urbanas	6.0%	4.0%	302.02
Zona rural (T. Plano, Ondulado o Accidentado)	8.0%	6.0%	302.03
Zona rural (T. Accidentado o Escarpado)	12.0	8.0%	302.04
Zona rural con peligro de hielo	8.0	6.0%	302.05

Fuente: DG-2018, MTC. Pág. 196.

**2.4 Definiciones de términos básicos**

- **Carretera:** vía para el tránsito de vehículos motorizados con dos ejes, con características geométricas como pendiente longitudinal, pendiente transversal, sección transversal, los cuales deben cumplir con las normas técnicas vigentes del MTC. (DG-2018)
- **Manual de Diseño Geométrico DG-2018:** Documento normativo, en donde se encuentra organizado las técnicas y procedimiento para el diseño de la infraestructura vial (DG-2018).
- **Radios mínimos:** Radios menores, a ser recorridos con seguridad y comodidad. Para una velocidad de diseño y un peralte máximo (DG-2018).
- **Tramo homogéneo:** Son aquellos tramos condicionados por la orografía a los cuales se les asigna una velocidad de diseño (DG-2018).

- **Calzada:** también llamada superficie de rodadura, forma parte de la carretera y está formada por uno o más carriles (DG-2018).
- **Derecho de vía:** Sección de terreno; la cual consta de un ancho variable. En donde se encuentra la carretera y todos los elementos que lo conforman. (DG-2018)
- **Berma:** Es la franja que va paralelo y contigua a la calzada, así mismo proporciona confinamiento a la capa de rodadura (DG-2018).
- **Peralte:** Esta dada para contrarrestar la fuerza centrífuga del vehículo. Viene a ser la inclinación transversal de la carretera en las curvas (DG-2018).
- **Bombeo:** Inclinación transversal mínima de la calzada, presentes en tramos en tangente o curvas en contraperalte (DG-2018).
- **Velocidad de diseño:** Conocida como la máxima velocidad a la que se puede operar con comodidad y seguridad sobre una sección determinada de carretera (DG-2018).

## CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1 Ubicación

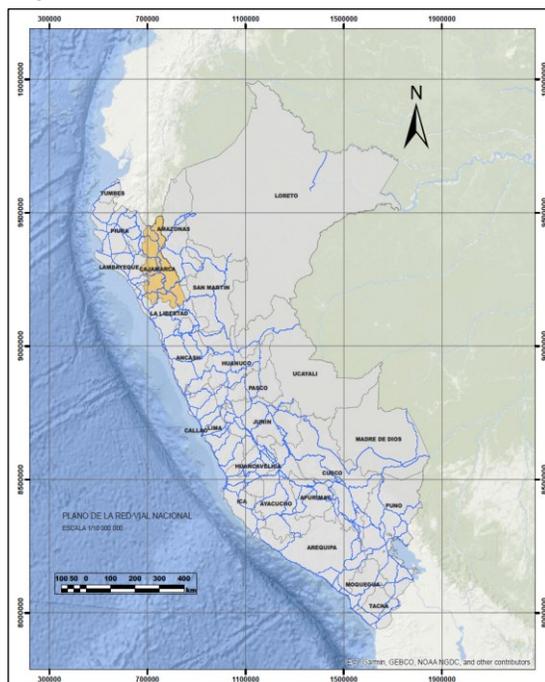
Ubicación Política.

Departamento: Cajamarca

Provincia: Cutervo

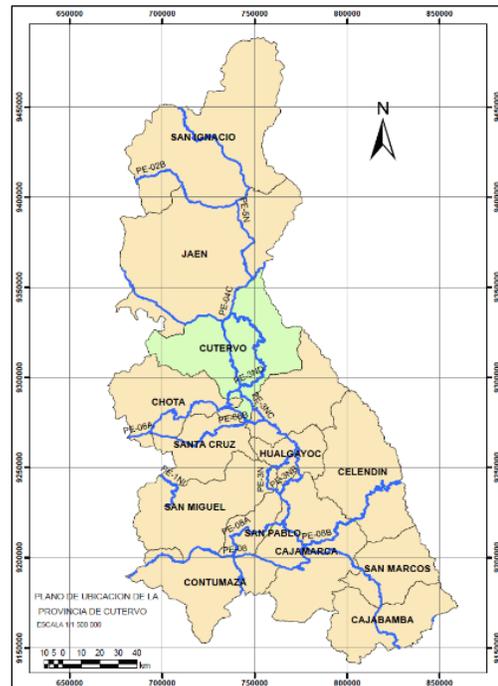
Distrito: Cutervo-Sócota

**Figura 12.** Ubicación Departamento Cajamarca



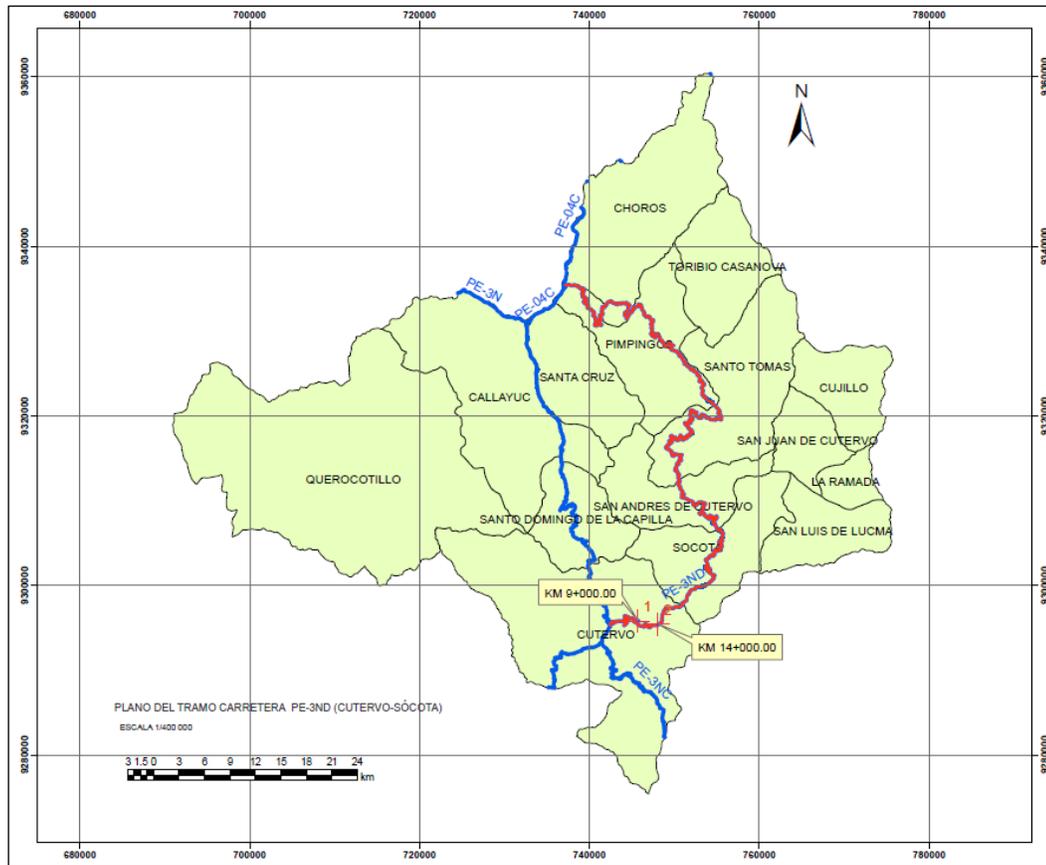
Fuente: Ministerios de transportes y comunicaciones-ET. Mapas viales

**Figura 13.** Localización de la Ruta PE-3ND



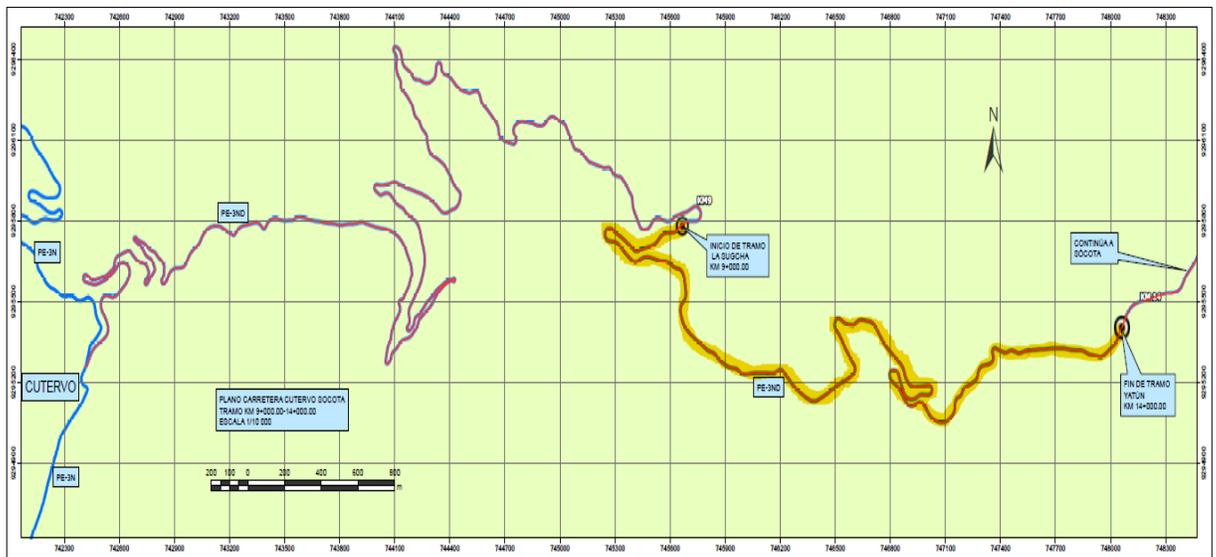
Fuente: Ministerios de transportes y comunicaciones-ET. Mapas viales

**Figura 14.** Ubicación de la ruta PE-3ND (Cutervo-Sócota)



Fuente: Ministerios de transportes y comunicaciones-ET. Mapas viales

**Figura 15.** Ubicación de la Carretera Cutervo-Sócota km 9+00.00-14+00.00



Fuente: Ministerios de Transportes y Comunicaciones-ET. Mapas viales.

### 3.1.1 Ubicación Geográfica, Coordenadas UTM – WGS84 – Zona 17S

#### 3.1.1.1 Punto Inicial.

- Lugar. La Sugcha, km 9+00.00

Coordenadas UTM		Coordenadas Geográficas	
Este	745669.555 m	Latitud	6° 21.973'S
Norte	9295784.414 m	Longitud	78° 46.750'O
Elevación	2330.28 m.s.n.m	Altitud	2330.28 m.s.n.m

**Figura16.** *Punto inicial km 9+0.00*



#### 3.1.1.2 Punto Final.

- Lugar. Yatún, km 14+00.00

Coordenadas UTM		Coordenadas Geográficas	
Este	748050.898 m	Latitud	6° 22.184'S
Norte	9295385.464 m	Longitud	78° 45.459'O
Elevación	2145.740 m.s.n.m	Altitud	2145.740 m.s.n.m

**Figura 17. Punto final km 14+0.00**



### 3.2 Materiales y equipos topográficos

✓ **Materiales**

Pintura

Libreta de campo

Lapiceros

Corrector

Papel

✓ **Instrumentos**

Formato de tabla para conteo vehicular

**Figura 18. Modelo de tabla para conteo vehicular**

HORA		AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION		
				PICK UP	PANEL	RURAL COMBI		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E
												
7.00	8.00											
.....	.....											
.....	....											
16.00	17.00											
<b>TOTAL</b>												

*Fuente:* Ministerio de Transportes y comunicaciones, 2018

✓ **Equipos topográficos**

**Estación total y trípode.**

**Figura 19.** *Estación total y trípode usados en el levantamiento topográfico*



**GPS (Mobile topographer) y Wincha 100 m.**

**Figura 20.** *Gps y wincha*



**Prisma y bastones**

**Figura 21.** *Prisma junto con el bastón usados en el levantamiento topográfico*



### **3.3 Procedimiento.**

#### **3.3.1 Trabajo de campo.**

##### **3.3.1.1 Reconocimiento de la vía.**

Se realizó el reconocimiento desde el poblado de la Sugcha km 9+00.00 hasta el poblado de Yatún km 14+00.00. Verificando de forma rápida los cambios de estación para un correcto levantamiento topográfico referentes a los 5 km en estudio. Así mismo se verificó la existencia de las obras de arte y señalización existente a lo largo del tramo.

##### **3.3.1.2 Levantamiento topográfico.**

Dicho levantamiento topográfico se realizó los días 1,2,3,4,5,6,7 del mes de setiembre del 2022. Para tal caso se utilizó una estación total TOPCOM OS 105, GPS, PRISMAS.

Se levantaron puntos cada 10 metros en tangente, 5 metros en todas las curvas y 50m de sección transversal. Comprendiendo dentro de ello puntos de ejes, calzada, cunetas, casas, terreno, señales de tránsito.

Considerando cambios de estación de acuerdo a las facilidades del terreno.

##### **Procedimiento:**

- Tomar la lectura de coordenadas de dos puntos (estación (punto A) y referencia (punto B)), con la ayuda del GPS. Anotar en la libreta.
- Estacionar la estación total (todo el proceso hasta nivelación y centrado en el punto de estación-referenciado con la ayuda de un clavo-corrector).
- Proceder a crear la carpeta de trabajo en la estación, ingresando los puntos georreferenciados.
- Estando en la carpeta de trabajo y procediendo a radiar, se toma primero lectura a la próxima estación. Se procede a anotar dicha lectura para comprobar en el siguiente estacionamiento.
- Se procede a levantar la vía, tomando en cuenta la calzada, eje, casas, alcantarillas, señales de tránsito, cunetas.
- Terminado todo el campo posible de radiar desde la estación se procede a realizar el cambio de estación. Repitiendo el proceso en todo el tramo.

**Data topográfica estaciones:****Tabla 14.** *Tabla de data topográfica estaciones de apoyo*

Punto	Norte	Este	Elevación	Descripción
1	9295650.57	745524.312	2305.785	esta01
14	9295660.7	745435.923	2308.871	esta02
42	9295645.03	745403.087	2310.301	esta03
72	9295763.52	745246.319	2315.351	esta04
160	9295749.92	745317.995	2320.648	esta05
201	9295683.59	745415.111	2323.581	esta06
229	9295708.17	745510.253	2325.936	esta07
230	9295714.88	745522.314	2326.039	esta08
257	9295752.61	745565.106	2326.839	esta09
258	9295750.05	745559.435	2326.629	esta10
282	9295756.08	745630.445	2328.924	esta11
350	9295601.9	745672.205	2300.433	esta12
398	9295638.58	745605.172	2303.389	esta13
434	9295668.44	745467.24	2308.372	esta14
621	9295136.42	746897.201	2231.606	esta15
666	9295214.28	746842.905	2231.456	esta16
787	9295175.3	746847.502	2224.958	esta17
788	9295175.31	746847.5	2224.96	esta18
789	9295184.69	746868.141	2231.361	esta19
790	9295208.04	746857.791	2231.836	esta20
850	9295111.76	746904.175	2223.6	esta21
933	9295074.83	747015.876	2217.991	esta22
977	9295051.42	747088.966	2213.754	esta23
1013	9295084.63	747144.831	2209.526	esta24
1082	9295162.39	747177.162	2208.564	esta25
1126	9295218.41	747278.407	2196.795	esta26
1185	9295287.18	747365.168	2188.388	esta27
1257	9295307.74	747418.996	2183.743	esta28
1314	9295311.29	747513.999	2175.727	esta29
1397	9295326.12	747745.687	2160.564	esta30
1459	9295294.02	747909.339	2153.46	esta31
1471	9295277.86	746852.733	2242.839	esta32
1528	9295347.28	746765.417	2247.617	esta33
1570	9295426.99	746710.83	2252.351	esta34
1615	9295388.23	746523.045	2260.433	esta35
1616	9295259.45	746611.818	2262.13	esta36
1617	9295240.8	746608.086	2262.357	esta37
1859	9295173.75	746476.307	2271.097	esta38

Punto	Norte	Este	Elevación	Descripción
1860	9295173.74	746476.299	2269.497	esta39
1932	9295132.23	746382.303	2269.866	esta40
1977	9295166.64	746299.583	2274.421	esta41
1978	9295166.64	746299.596	2272.821	esta42
2027	9295244.54	746204.089	2277.906	esta43
2068	9295234.56	746156.566	2279.391	esta44
2132	9295234.96	745980.716	2285.173	esta45
2203	9295262.24	745901.792	2287.548	esta46
2272	9295315.68	745821.815	2290.881	esta47
2292	9295324.09	745789.636	2291.967	esta48
2326	9295382.1	745702.228	2294.36	esta49
2353	9295428.09	745666.579	2296.146	esta50
2395	9295479.37	745654.531	2297.542	esta51
2426	9295531.7	745689.73	2299.725	esta52

### 3.3.1.3 Estudio de tránsito.

En el presente estudio se pretende determinar el índice medio diario anual (IMDA) para un periodo de 20 años y el vehículo de diseño.

Para determinar la cantidad de vehículos que trafican por la carretera Cutervo-Sócuta, se realizó el conteo vehicular los días 19,20,21,22,23,24,25 del mes de setiembre del año 2022. Determinando un IMD de 260 vehículos/día.

En tanto, este dato resulta insuficiente para tomarlo como dato de evaluación en la presente tesis. Por lo que, para poder estimar un índice medio diario más real acorde a la vida útil de un proyecto de carretera aproximado de 20 años. Se procederá a realizar la estimación o proyección vehicular mediante la siguiente fórmula:

$$T_n = T_0 * (1 + r)^n$$

dato: para el año futuro de proyección se tomará n=20 años, la tasa anual de crecimiento se tomará en cuenta en base a la tasa anual de crecimiento de PBI para vehículos pesados en la región de Cajamarca **ver tabla 15 y 16.**

**Tabla 15. Tasa de Crecimiento Anual del PBI Regional-vehículos pesados**

<b>Tasa de Crecimiento de Vehículos Pesados</b>	
	PBI
Amazonas	3.42%
Ancash	1.05%
Apurímac	6.65%
Arequipa.	3.37%
Ayacucho	3.60%
<b>Cajamarca.</b>	<b>1.29%</b>
Cusco.	4.43%
Huancavelica.	2.33%
Huánuco.	3.85%
Ica.	3.54%

Fuente: Inei 2021

**Tabla 16. Tasa de crecimiento Anual del PBI Regional-vehículos ligeros**

<b>Tasa de Crecimiento de Vehículos Ligeros</b>	
	TC
Amazonas	0.62%
Ancash	0.59%
Apurímac	0.59%
Arequipa.	1.07%
Ayacucho	1.18%
<b>Cajamarca.</b>	<b>0.57%</b>
Cusco.	0.75%
Huancavelica.	0.83%
Huánuco.	0.91%
Ica.	1.15%

Fuente: Inei 2021

Por otro lado, para determinar el vehículo de diseño, en la presente se tomará en cuenta el vehículo de dimensiones más críticas a tomar en cuenta en el diseño de sobrecanchos. Dentro de ellos el bus de dos ejes **2E**.

### 3.3.2 Trabajo de gabinete u oficina.

#### 3.3.2.1 Modelamiento de la carretera.

Los trabajos realizados en gabinete parten desde el procesamiento de datos obtenidos mediante el levantamiento topográfico el cual es exportado en formato (cvs o txt) y procesado en el programa de civil 3d versión 2020. En donde se procedió a realizar el diseño para obtener el resultado final de la producción de los planos en planta, perfil y las secciones cada 20 metros en tramos en tangente y cada 10 en tramos en curva.

#### 3.3.2.2 Determinación del tránsito existente en la carretera.

Tal como se describe se procede a determinar el IMD a partir de los datos tomados en campo durante los días 1,2,3,4,5,6,7. Esto en el programa Excel usado para calcular dicho índice. Tomando en cuenta el tráfico vehicular en ambos sentidos de la vía.

### **3.3.2.3 Clasificación de la carretera.**

Se clasificó la carretera tomando en cuenta el manual de diseño geométrico vigente DG-2018 (carretera de tercera clase tipo 2).

### **3.3.2.4 Evaluación de los parámetros geométricos de la carretera de acuerdo al DG-2018.**

Los parámetros geométricos a evaluar son:

**Parámetros en plata:** tramos en tangente, radios mínimos, sobreebanco, curvas de vuelta, transición de peraltes.

**Parámetros de perfil:** pendiente mínima y máximas, curvas verticales, longitud en pendientes.

**Parámetros de secciones:** longitud de calzada, berma, bombeo, peraltes.

## **3.4 Tratamiento, análisis de datos y presentación de resultados.**

### **3.4.1 Tipo, nivel y método de investigación.**

#### **3.4.1.1 Tipo.**

El presente estudio corresponde a un tipo de investigación aplicada, como se evidencia la presente tiene dos etapas, la toma de datos en campo y los trabajos posteriores realizados en gabinete.

#### **3.4.1.2 Nivel.**

El nivel de la presente investigación es correlacional ya que establece la relación que existe entre los parámetros geométricos de la carretera y compararlos con lo que establece la norma DG-2018.

#### **3.4.1.3 Método de investigación.**

Se utilizó el método descriptivo debido a que se pudo entablar una comparación entre los parámetros geométricos de la carretera tal como existe con las que establece el Manual de Diseño Geométrico DG-2018.

#### **3.4.1.4 Población de estudio.**

La población de estudio está conforma por las carreteras de la región Cajamarca.

### 3.4.1.5 Muestra.

Carretera Cutervo-Socotá (km 9+00.00 al km 14 + 00.00)

### 3.4.1.6 Unidad de análisis.

Seguridad vial.

## 3.5 Estudio de tránsito.

### 3.5.1 Cálculo del índice medio diario semanal.

Para el cálculo de índice medio diario semanal se utiliza la siguiente expresión:

$$IMDS = \frac{\sum V_i}{7}$$

**Tabla 17.** *Tabla Resumen de Vehículos Ligeros*

Día	Auto	Station Wagon	Camionetas			Total
			Pick up	Panel	Rural Combi	
Lunes	75	26	28	2	13	144
Martes	90	29	26	1	18	164
Miércoles	110	32	58	5	34	239
Jueves	87	48	93	2	37	267
Viernes	56	31	37	3	24	151
Sábado	64	83	104	2	51	304
Domingo	105	100	56	3	42	306
<b>IMDA</b>	<b>84</b>	<b>50</b>	<b>57</b>	<b>3</b>	<b>31</b>	<b>225</b>
Porcentaje	37.27 %	22.16 %	25.52 %	1.14 %	13.90 %	100

$$IMD = \frac{144 + 164 + 239 + 267 + 151 + 304 + 306}{7} \times 1 = 225 \text{ veh/día}$$

**Tabla 18.** *Tabla resumen de vehículos pesados*

DÍA	Micro	Bus		Camión			Total
		2E	>=3E	2 E	3 E	4 E	
Lunes	-	-	-	11	8	8	27
Martes	-	2	-	16	14	10	42
Miércoles	-	2	-	15	8	10	35
Jueves	-	-	-	7	12	11	30
Viernes	-	2	-	18	11	16	47
Sábado	-	-	-	21	16	2	39
Domingo	-	2	-	13	8	0	23
<b>IMDA</b>		<b>1</b>	<b>0</b>	<b>14</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	<b>35</b>
Porcentaje	0.00 %	3.29 %	0.00 %	41.56 %	31.69 %	23.46 %	100

$$IMD = \frac{27 + 42 + 35 + 30 + 47 + 39 + 23}{7} \times 1 = 35 \text{ veh/día}$$

En consecuencia, se determina que el índice medio diario anual es de **260 veh/día**.

### 3.5.2 Cálculo del índice medio diario anual.

La estimación del índice medio diario anual se determina usando la siguiente ecuación.

$$IMDA = IMDS \times FC$$

$$IMDA = (260 \times 1)$$

donde:

$$IMDS = 260 \text{ veh/día}$$

$$FC = 1$$

Cabe mencionar que para la aplicación del factor de corrección estacional se consideró el factor 1. Debido a que la zona de estudio no contamos con estaciones cercanas

La suma de los dos, da como resultado el  $IMDS = 260 \text{ veh/día}$ .

Por otro lado, resulta necesario analizar el incremento dentro de 20 años. Tomando en cuenta la proyección para vehículos livianos y pesados, para lo cual se realizará mediante la siguiente fórmula.

$$T_n = T_0 * (1 + r)^n$$

donde:

$$T_n = ?$$

$$T_0 = 225 \text{ y } 35 \text{ veh/día}$$

$$n = 20$$

$$r = 1.29\% \text{ (ver tabla 15)}$$

$$r = 0.57\% \text{ (ver tabla 16)}$$

- Vehículos livianos

$$T_n = 225 * \left(1 + \frac{0.57}{100}\right)^{20} = 252 \text{ veh/día}$$

- Vehículos pesados

$$T_n = 35 * \left(1 + \frac{1.29}{100}\right)^{20} = 45 \text{ veh/día}$$

En conclusión, la carreta Cutervo-Sócota, presenta un índice medio diario anual ( $IMDA = 297 \text{ veh/día}$ )

### 3.6 Clasificación de la carretera.

La carretera es de tercera clase con orografía tipo II u ondulada. Tal como se demuestra en los ítems 3.6.1 y 3.6.2.

#### 3.6.1 Demanda

La demanda a estimar de la carretera en estudio obedece al siguiente cuadro resumen de lo que indica el DG-2018.

**Tabla 19.** *Tabla de Clasificación por Demanda*

Clasificación de la carretera según su demanda				
	1° clase	2° clase	3° clase	Tocha carrozable
IMDA(Veh/día)	4000-2001	2000 - 400	<400	<200
N° de carriles	2	2	2	1
Ancho mínimo de carril	3.6	3.3	3.0	4

Donde podemos verificar que de acuerdo al estudio de tráfico que la carretera presenta un IMDA= 297 veh/día. Por lo que se concluye que pertenece a una carretera de tercera clase.

#### 3.6.2 Orografía

La orografía que presenta este tramo de carretera se determina tomando en cuenta las pendientes transversales de la sección; tanto en el lado derecho e izquierdo de la vía, tal como se desarrolla en la tabla 21.

Por otro lado, el manual DG-2018 establece el criterio de pendiente longitudinal como complemento a este determinante ver tabla 20.

##### ➤ **Pendiente longitudinal.**

**Tabla 20.** *Tabla de pendientes longitudinales*

Tramo	Pendiente	Tramo	Pendiente
tangente	%	tangente	%
1	-3.11	14	-6.8
2	-1.92	15	-1.1

Tramo tangente	Pendiente %	Tramo tangente	Pendiente %
3	-4.75	16	-5.68
4	-2.15	17	3.95
5	-8.07	18	-3.86
6	-0.61	19	-3
7	-3.12	20	0.46
8	-5.32	21	-6.42
9	0.46	22	-1.66
10	-4.22	23	-5.66
11	-2.62	24	-6.67
12	-3.35	25	-4.02
13	0.39	26	-4.02

➤ **Pendiente transversal.**

**Tabla 21.** *Tabla de pendientes transversales*

Progresiva (m)	Pendiente Transversal Derecha %	Tipo	Pendiente	
			Transversal Izquierda %	Tipo
9+000.00	23.73	tipo 2	11.85	TIPO 2
9+020.00	24.6	tipo 2	14.25	TIPO 2
9+040.00	9.72	tipo 1	18.16	TIPO 2
9+060.00	6.04	tipo 1	28.18	TIPO 2
9+080.00	68.87	tipo 3	26.02	TIPO 2
9+100.00	39.73	tipo 2	24.85	TIPO 2
9+120.00	56.71	tipo 3	22.91	tipo 2
9+140.00	29.66	tipo 2	34.03	tipo 2
9+160.00	20.24	tipo 2	35.33	tipo 2
9+180.00	23.4	tipo 2	31.33	tipo 2
9+200.00	27.33	tipo 2	51.19	tipo 3

Progresiva (m)	Pendiente Transversal Derecha %	Tipo	Pendiente	
			Transversal Izquierda %	Tipo
9+220.00	28.35	tipo 2	53.41	tipo 3
9+240.00	11.22	tipo 2	61.69	tipo 3
9+260.00	9.49	tipo 1	53.35	tipo 3
9+280.00	42.41	tipo 2	51.99	tipo 3
9+300.00	7.1	tipo 1	30.96	tipo 2
9+320.00	40.74	tipo 2	30.76	tipo 2
9+340.00	29	tipo 2	42.66	tipo 2
9+360.00	52.01	tipo 3	28.55	tipo 2
9+380.00	23.12	tipo 2	16.98	tipo 2
9+400.00	14.37	tipo 2	26.61	tipo 2
9+420.00	17.32	tipo 2	20.83	tipo 2
9+440.00	20.36	tipo 2	22.91	tipo 2
9+460.00	15.46	tipo 2	9.54	tipo 1
9+480.00	2	tipo 1	1.19	tipo 1
9+500.00	27.46	tipo 2	5.41	tipo 1
9+520.00	36.6	tipo 2	11.42	tipo 2
9+540.00	25.21	tipo 2	10.6	tipo 2
9+560.00	18.29	tipo 2	15.44	tipo 2
9+580.00	21.33	tipo 2	35.57	tipo 2
9+600.00	14.4	tipo 2	28.02	tipo 2
9+620.00	16.29	tipo 2	23.24	tipo 2
9+640.00	25.47	tipo 2	29.19	tipo 2
9+660.00	33.89	tipo 2	35.9	tipo 2
9+680.00	31.94	tipo 2	38.75	tipo 2
9+700.00	12.45	tipo 2	41.8	tipo 2
9+720.00	41.17	tipo 2	50.66	tipo 3
9+740.00	28.76	tipo 2	56.82	tipo 3

Progresiva (m)	Pendiente		Pendiente	
	Transversal Derecha %	Tipo	Transversal Izquierda %	Tipo
9+760.00	19.25	tipo 2	61	tipo 3
9+780.00	19.12	tipo 2	37.29	tipo 2
9+800.00	24.6	tipo 2	39.68	tipo 2
9+820.00	23.87	tipo 2	35.71	tipo 2
9+840.00	32.04	tipo 2	2.31	tipo 1
9+860.00	32.53	tipo 2	21.12	tipo 2
9+880.00	20.7	tipo 2	4.24	tipo 1
9+900.00	19.83	tipo 2	17.76	tipo 2
9+920.00	20.9	tipo 2	11.8	tipo 2
9+940.00	18.11	tipo 2	8.91	tipo 1
9+960.00	13.69	tipo 2	6.5	tipo 1
9+980.00	5.95	tipo 1	5.05	tipo 1
10+000.00	17.52	tipo 2	14.29	tipo 2
10+020.00	17.36	tipo 2	17.34	tipo 2
10+040.00	28.65	tipo 2	24.18	tipo 2
10+060.00	29.78	tipo 2	29.08	tipo 2
10+080.00	30.48	tipo 2	22.94	tipo 2
10+100.00	7.65	tipo 1	25.56	tipo 2
10+120.00	38	tipo 2	13.13	tipo 2
10+140.00	29.48	tipo 2	7.95	tipo 1
10+160.00	38.75	tipo 2	42.65	tipo 2
10+180.00	51.48	tipo 3	22.46	tipo 2
10+200.00	21.83	tipo 2	34.9	tipo 2
10+220.00	1.12	tipo 1	59.42	tipo 3
10+240.00	3.1	tipo 1	53.5	tipo 3
10+260.00	6.58	tipo 1	39.59	tipo 2
10+280.00	9.13	tipo 1	44.97	tipo 2

Progresiva (m)	Pendiente		Pendiente	
	Transversal Derecha %	Tipo	Transversal Izquierda %	Tipo
10+300.00	8.34	tipo 1	105.2	tipo 4
10+320.00	23.26	tipo 2	90.8	tipo 3
10+340.00	23.38	tipo 2	51.78	tipo 3
10+360.00	4.81	tipo 1	78.4	tipo 3
10+380.00	19.76	tipo 2	58.35	tipo 3
10+400.00	14.46	tipo 2	6.38	tipo 1
10+420.00	2.24	tipo 1	11.12	tipo 2
10+440.00	4.25	tipo 1	78.46	tipo 3
10+460.00	33.52	tipo 2	79.07	tipo 3
10+480.00	56.36	tipo 3	96.61	tipo 3
10+500.00	14.41	tipo 2	49.33	tipo 2
10+520.00	2.47	tipo 1	77.99	tipo 3
10+540.00	3.2	tipo 1	18.46	tipo 2
10+560.00	17.71	tipo 2	29.9	tipo 2
10+580.00	57.41	tipo 3	37.06	tipo 2
10+600.00	22.36	tipo 2	5.01	tipo 1
10+620.00	36	tipo 2	17.98	tipo 2
10+640.00	16.28	tipo 2	15.46	tipo 2
10+660.00	15.25	tipo 2	15.3	tipo 2
10+680.00	9.33	tipo 1	11.2	tipo 2
10+700.00	1.78	tipo 1	36.65	tipo 2
10+720.00	53.62	tipo 3	14.2	tipo 2
10+740.00	25.45	tipo 2	76.57	tipo 3
10+760.00	12.29	tipo 2	26.86	tipo 2
10+780.00	6.35	tipo 1	49.37	tipo 2
10+800.00	33.76	tipo 2	97.1	tipo 3
10+820.00	59.31	tipo 3	2.14	tipo 1

Progresiva (m)	Pendiente Transversal Derecha %	Tipo	Pendiente	
			Transversal Izquierda %	Tipo
10+840.00	77.93	tipo 3	40.7	tipo 2
10+860.00	65.94	tipo 3	40.68	tipo 2
10+880.00	71.39	tipo 3	64.35	tipo 3
10+900.00	65.82	tipo 3	85.36	tipo 3
10+920.00	58.68	tipo 3	74.31	tipo 3
10+940.00	13.36	tipo 2	64.01	tipo 3
10+960.00	23.14	tipo 2	61.17	tipo 3
10+980.00	30.84	tipo 2	42.01	tipo 2
11+000.00	3.84	tipo 1	2.77	tipo 1
11+020.00	27.41	tipo 2	31.12	tipo 2
11+040.00	39.13	tipo 2	26.77	tipo 2
11+060.00	80.2	tipo 3	39.15	tipo 2
11+080.00	96.37	tipo 3	34.49	tipo 2
11+100.00	81.2	tipo 3	58.67	tipo 3
11+120.00	72.37	tipo 3	55.09	tipo 3
11+140.00	21.6	tipo 2	10.2	tipo 2
11+160.00	19.69	tipo 2	6.9	tipo 1
11+180.00	20.36	tipo 2	17.05	tipo 2
11+200.00	24.34	tipo 2	12.61	tipo 2
11+220.00	16.76	tipo 2	8.43	tipo 1
11+240.00	62.08	tipo 3	24.42	tipo 2
11+260.00	84.36	tipo 3	31.99	tipo 2
11+280.00	100.5	tipo 4	11.91	tipo 2
11+300.00	33.65	tipo 2	6.69	tipo 1
11+320.00	40.98	tipo 2	7.99	tipo 1
11+340.00	38.59	tipo 2	23.46	tipo 2
11+360.00	41.56	tipo 2	65.36	tipo 3

Progresiva (m)	Pendiente		Pendiente	
	Transversal Derecha %	Tipo	Transversal Izquierda %	Tipo
11+380.00	38	tipo 2	50.3	tipo 2
11+400.00	42.97	tipo 2	49.78	tipo 2
11+420.00	14.3	tipo 2	54.92	tipo 3
11+440.00	7.34	tipo 1	39.61	tipo 2
11+460.00	1.06	tipo 1	16.88	tipo 2
11+480.00	7.15	tipo 1	8.54	tipo 1
11+500.00	32	tipo 2	16.93	tipo 2
11+520.00	94.46	tipo 3	28.09	tipo 2
11+540.00	63.3	tipo 3	14.91	tipo 2
11+560.00	27.55	tipo 2	25.66	tipo 2
11+580.00	18.66	tipo 2	36.5	tipo 2
11+600.00	23	tipo 2	44.21	tipo 2
11+620.00	27.12	tipo 2	73	tipo 3
11+640.00	6.25	tipo 1	23.23	tipo 2
11+660.00	7.89	tipo 1	22.7	tipo 2
11+680.00	27.73	tipo 2	47.32	tipo 2
11+700.00	26.72	tipo 2	29.59	tipo 2
11+720.00	18.28	tipo 2	27.23	tipo 2
11+740.00	18.46	tipo 2	24.47	tipo 2
11+760.00	26	tipo 2	7.34	tipo 1
11+780.00	37.38	tipo 2	22.94	tipo 2
11+800.00	25.28	tipo 2	22.78	tipo 2
11+820.00	16.67	tipo 2	24.05	tipo 2
11+840.00	20.73	tipo 2	24.9	tipo 2
11+860.00	24.16	tipo 2	61.51	tipo 3
11+880.00	33.07	tipo 2	25.6	tipo 2
11+900.00	30.8	tipo 2	23.35	tipo 2

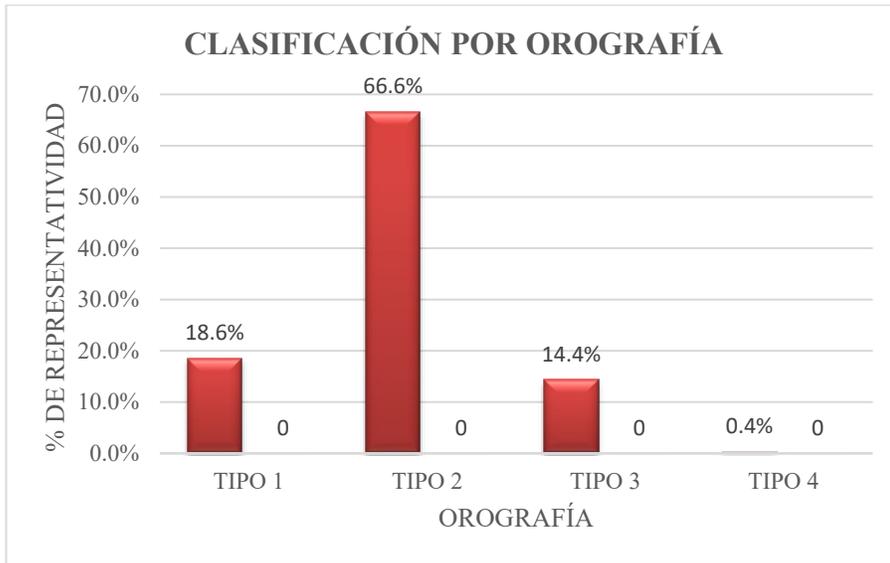
Progresiva (m)	Pendiente		Pendiente	
	Transversal Derecha %	Tipo	Transversal Izquierda %	Tipo
11+920.00	36.42	tipo 2	13.19	tipo 2
11+940.00	33.34	tipo 2	13.25	tipo 2
11+960.00	33.17	tipo 2	4.31	tipo 1
11+980.00	28.94	tipo 2	1.96	tipo 1
12+000.00	1.43	tipo 1	1.62	tipo 1
12+020.00	3.57	tipo 1	4.66	tipo 1
12+040.00	16.12	tipo 2	14.48	tipo 2
12+060.00	15.72	tipo 2	15.74	tipo 2
12+080.00	11.03	tipo 2	4.74	tipo 1
12+100.00	5.9	tipo 1	15.75	tipo 2
12+120.00	1	tipo 1	19.2	tipo 2
12+140.00	5.2	tipo 1	21.17	tipo 2
12+160.00	6.34	tipo 1	39.17	tipo 2
12+180.00	12.25	tipo 2	47.5	tipo 2
12+200.00	15.37	tipo 2	43.62	tipo 2
12+220.00	18.95	tipo 2	53.75	tipo 3
12+240.00	37.15	tipo 2	57.4	tipo 3
12+260.00	11.25	tipo 2	21.53	tipo 2
12+280.00	100	tipo 3	55.86	tipo 3
12+300.00	56.15	tipo 3	98.25	tipo 3
12+320.00	24.47	tipo 2	56.62	tipo 3
12+340.00	32.15	tipo 2	34.12	tipo 2
12+360.00	42.4	tipo 2	13.56	tipo 2
12+380.00	31.6	tipo 2	12.97	tipo 2
12+400.00	33.75	tipo 2	2.24	tipo 1
12+420.00	28.81	tipo 2	9.71	tipo 1
12+440.00	15.2	tipo 2	1.27	tipo 1

Progresiva (m)	Pendiente		Pendiente	
	Transversal Derecha %	Tipo	Transversal Izquierda %	Tipo
12+460.00	13.38	tipo 2	10.25	tipo 2
12+480.00	17.71	tipo 2	7.36	tipo 1
12+500.00	16.26	tipo 2	21.33	tipo 2
12+520.00	15.33	tipo 2	38.19	tipo 2
12+540.00	15.3	tipo 2	57.75	tipo 3
12+560.00	17.98	tipo 2	89.5	tipo 3
12+580.00	28.2	tipo 2	98	tipo 3
12+600.00	26.76	tipo 2	25.16	tipo 2
12+620.00	37.9	tipo 2	43.18	tipo 2
12+640.00	21.62	tipo 2	63.37	tipo 3
12+660.00	5.72	tipo 1	55.34	tipo 3
12+680.00	2.27	tipo 1	40.84	tipo 2
12+700.00	4.5	tipo 1	34.6	tipo 2
12+720.00	2.97	tipo 1	28.83	tipo 2
12+740.00	4.66	tipo 1	21.44	tipo 2
12+760.00	27.11	tipo 2	18.64	tipo 2
12+780.00	29.87	tipo 2	16.79	tipo 2
12+800.00	31.12	tipo 2	20.97	tipo 2
12+820.00	37.17	tipo 2	13.08	tipo 2
12+840.00	57.61	tipo 3	15.16	tipo 2
12+860.00	29.25	tipo 2	10.74	tipo 2
12+880.00	43.41	tipo 2	8.3	tipo 1
12+900.00	54.47	tipo 3	6	tipo 1
12+920.00	17.62	tipo 2	21.34	tipo 2
12+940.00	20.02	tipo 2	19.77	tipo 2
12+960.00	15.23	tipo 2	21.02	tipo 2
12+980.00	13.14	tipo 2	13.39	tipo 2

Progresiva (m)	Pendiente		Pendiente	
	Transversal Derecha %	Tipo	Transversal Izquierda %	Tipo
13+000.00	8.46	tipo 1	31.11	tipo 2
13+020.00	27.07	tipo 2	23.29	tipo 2
13+040.00	6.5	tipo 1	5.4	tipo 1
13+060.00	36.57	tipo 2	7.96	tipo 1
13+080.00	30.57	tipo 2	6.35	tipo 1
13+100.00	49.06	tipo 2	10.2	tipo 2
13+120.00	23.56	tipo 2	26.13	tipo 2
13+140.00	16.56	tipo 2	46.62	tipo 2
13+160.00	14.85	tipo 2	25.58	tipo 2
13+180.00	2.78	tipo 1	19.5	tipo 2
13+200.00	20.82	tipo 2	10.95	tipo 2
13+220.00	14.38	tipo 2	30.39	tipo 2
13+240.00	24.91	tipo 2	26.38	tipo 2
13+260.00	42.09	tipo 2	36.51	tipo 2
13+280.00	1.11	tipo 1	50.65	tipo 3
13+300.00	26.25	tipo 2	45.81	tipo 2
13+320.00	38.69	tipo 2	8.58	tipo 1
13+340.00	21.75	tipo 2	15.67	tipo 2
13+360.00	4.66	tipo 1	50.3	tipo 3
13+380.00	18.1	tipo 2	34.68	tipo 2
13+400.00	2.84	tipo 1	34.44	tipo 2
13+420.00	16.9	tipo 2	23.37	tipo 2
13+440.00	10.39	tipo 2	44.8	tipo 2
13+460.00	8.99	tipo 1	43.72	tipo 2
13+480.00	15.49	tipo 2	48.96	tipo 2
13+500.00	16.39	tipo 2	62.66	tipo 3
13+520.00	15.28	tipo 2	11.44	tipo 2

Progresiva (m)	Pendiente		Pendiente	
	Transversal Derecha %	Tipo	Transversal Izquierda %	Tipo
13+540.00	17.12	tipo 2	7.38	tipo 1
13+560.00	10.2	tipo 2	2.06	tipo 1
13+580.00	11.27	tipo 2	56.41	tipo 3
13+600.00	12.43	tipo 2	24.19	tipo 2
13+620.00	11.37	tipo 2	21.97	tipo 2
13+640.00	11.83	tipo 2	29.25	tipo 2
13+660.00	16.64	tipo 2	4.2	tipo 1
13+680.00	14.37	tipo 2	23.57	tipo 2
13+700.00	23.87	tipo 2	24.15	tipo 2
13+720.00	19.62	tipo 2	21.48	tipo 2
13+740.00	12	tipo 2	18.23	tipo 2
13+760.00	15.87	tipo 2	8.07	tipo 1
13+780.00	24.29	tipo 2	6.36	tipo 1
13+800.00	22.83	tipo 2	6.67	tipo 1
13+820.00	35	tipo 2	2.71	tipo 1
13+840.00	20.02	tipo 2	2.21	tipo 1
13+860.00	34.5	tipo 2	2	tipo 1
13+880.00	56	tipo 3	2.03	tipo 1
13+900.00	40.42	tipo 2	5.93	tipo 1
13+920.00	62.87	tipo 3	14.11	tipo 2
13+940.00	7.95	tipo 1	6.31	tipo 1
13+960.00	46.92	tipo 2	1.47	tipo 1
13+980.00	15.82	tipo 2	37.59	tipo 2
14+000.00	35.49	tipo 2	7.22	tipo 1

**Gráfico 1. Orografía de la Carretera**



Como podemos deducir de acuerdo a los datos de las tablas 21 y del gráfico 1 la pendiente representativa viene a ser el tipo 2, pendientes transversales que oscilan entre 11 y <50%. Por lo que de acuerdo a la tabla 20 pendiente longitudinal y tomando en cuenta asimismo la pendiente transversal desarrollada en la tabla 22; tenemos una carretera con orografía tipo II u ondulado.

**Tabla 22. Clasificación según orografía**

Clasificación según orografía				
Orografía	Plano	ondulado	accidentado	escarpado
Pendiente Transversal	<=10%	>11%, <50%	51 y 100%	>100%

### 3.6.3 Jerarquía

La carretera Cutervo-Sócota forma parte de la ruta PE-3ND la cual empalma a la red vial PE-3N (Longitudinal de la Sierra Norte), decretado mediante (D.S. N°011-2016-MTC).

### 3.6.4 Descripción de la ruta

La carretera presenta actualmente un solo carril, pero de acuerdo al IMD determinado, le corresponde dos carriles por tratarse de una carretera de tercera clase.

### **3.7 Determinación del vehículo de diseño.**

Del estudio de tráfico se determina la presencia del bus de dos ejes el cual determina las dimensiones de sobreancho en las curvas de la presente vía en estudio, por lo que este análisis se determinará a partir de las dimensiones de dicho bus.

### **3.8 Determinación de la velocidad de diseño.**

La velocidad de diseño se determina teniendo en cuenta que el presente estudio del km 9+000.0 al km 14+000.0 Cutervo-Sócota, involucra tanto zona rural como zona urbana. Por lo que, para el caso de la zona rural se tomará en cuenta la **tabla 2**. Donde para un terreno ondulado y una carretera de tercera clase se tiene una velocidad de diseño 40 km/h. En tanto que para la zona urbana se tendrá una velocidad de diseño de 30 km/h.

## CAPITULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

### 4.1 Distancia de visibilidad.

#### 4.1.1 Distancia de visibilidad de parada.

Para el cálculo de dicha distancia se procede de acuerdo a la formula siguiente:

$$D_p = 0.278 V t_p + \frac{V^2}{254 \left( \left( \frac{a}{9.81} \right) \pm i \right)}$$

Donde:

V: velocidad de diseño (40 km/h y 30 km/h)

A: velocidad de desaceleración (3.4 m/s<sup>2</sup>)

i: pendiente (-0.0311 tramo 1)

Tiempo de reacción de frenado (2.5 segundos)

Lo cual nos permite comparar con las dimensiones de distancia de parada existente levantadas en campo.

**Tabla 23.** *Tabla de comparación de distancia de parada sentido Cutervo - Socotá*

Progresivas		Pendiente	Distancia de parada		Zona	Condición
P.inicial	P.final		Dp Existente	Dp Calculada		
9+000.000	9+097.000	-3.11	97.00	47.3	rural	cumple
9+136.570	9+261.290	-1.92	124.72	46.6	rural	cumple
9+309.000	9+337.650	-4.77	28.65	48.3	rural	no cumple
9+398.280	9+424.740	-2.14	26.46	46.7	rural	no cumple
9+472.230	9+492.160	-8.07	19.93	50.8	rural	no cumple
9+545.860	9+639.940	-0.61	94.08	45.9	rural	cumple
9+700.250	9+857.530	-3.12	157.28	47.3	rural	cumple
9+894.920	9+937.750	-5.32	42.83	48.7	rural	no cumple
9+983.990	10+011.390	0.46	27.40	45.3	rural	no cumple
10+076.830	10+085.150	-4.22	8.32	48	rural	no cumple
10+149.950	10+370.530	-2.62	220.58	47	rural	cumple
10+424.310	10+809.040	-3.35	384.73	47.4	rural	cumple
10+910.390	10+999.460	-3.81	89.07	47.7	rural	cumple

Progresivas		Pendiente %	Distancia de parada		Zona	Condición
P.inicial	P.final		Dp Existente	Dp Calculada		
11+024.660	11+078.790	0.39	54.13	45.4	rural	cumple
11+121.780	11+148.320	-6.77	26.54	49.7	rural	no cumple
11+246.260	11+407.650	-1.09	161.39	46.1	rural	cumple
11+466.370	11+562.520	-5.68	96.15	48.9	rural	cumple
11+589.210	11+606.110	3.95	16.90	43.8	rural	no cumple
11+625.700	11+872.530	-3.86	246.83	47.7	rural	cumple
11+895.630	11+264.090	-3.00	368.46	47.2	rural	cumple
12+306.190	12+376.830	0.46	70.64	45.3	rural	cumple
12+418.130	12+478.460	-6.42	60.33	49.5	rural	cumple
12+508.460	12+644.850	-1.66	136.39	46.4	rural	cumple
12+681.460	12+952.660	-5.66	271.20	48.9	rural	cumple
13+970.810	13+617.350	-6.67	646.54	33.2	urbana	cumple
13+660.460	14+000.000	-4.00	339.54	32.1	urbana	cumple

**Tabla 24.** *Tabla de comparación de distancia de parada sentido Socotá-Cutervo*

Progresivas		Pendiente %	Distancia de parada		Zona	Condición
P.inicial	P.final		Dp Existente	Dp Calculada		
9+000.000	9+097.000	3.11	97.00	44.1	rural	cumple
9+136.570	9+261.290	1.92	124.72	44.6	rural	cumple
9+309.000	9+337.650	4.77	28.65	43.5	rural	no cumple
9+398.280	9+424.740	2.14	26.46	44.5	rural	no cumple
9+472.230	9+492.160	8.07	19.93	42.3	rural	no cumple
9+545.860	9+639.940	0.61	94.08	45.3	rural	cumple
9+700.250	9+857.530	3.12	157.28	44.1	rural	cumple
9+894.920	9+937.750	5.32	42.83	43.2	rural	no cumple
9+983.990	10+011.390	-0.46	27.40	45.8	rural	no cumple
10+076.830	10+085.150	4.22	8.32	43.7	rural	no cumple

Progresivas		Pendiente %	Distancia de parada		Zona	Condición
P.inicial	P.final		Dp Existente	Dp Calculada		
10+149.950	10+370.530	2.62	220.58	44.3	rural	cumple
10+424.310	10+809.040	3.35	384.73	44	rural	cumple
10+910.390	10+999.460	3.81	89.07	43.8	rural	cumple
11+024.660	11+078.790	-0.39	54.13	45.8	rural	cumple
11+121.780	11+148.320	6.77	26.54	42.7	rural	no cumple
11+246.260	11+407.650	1.09	161.39	45	rural	cumple
11+466.370	11+562.520	5.68	96.15	43.1	rural	cumple
11+589.210	11+606.110	3.95	16.90	43.8	rural	no cumple
11+625.700	11+872.530	-3.86	246.83	47.7	rural	cumple
11+895.630	12+264.090	3.00	368.46	44.2	rural	cumple
12+306.190	12+376.830	-0.46	70.64	45.8	rural	cumple
12+418.130	12+478.460	6.42	60.33	42.8	rural	cumple
12+508.460	12+644.850	1.66	136.39	44.8	rural	cumple
12+681.460	12+952.660	5.66	271.20	43.1	rural	cumple
12+970.810	13+617.350	6.67	646.54	29.3	urbana	cumple
13+660.460	14+000.000	4.00	339.54	29.8	urbana	cumple

**Gráfico 2.** *Comprobación de distancia de parada en ambos sentidos*



Como se puede deducir del gráfico 2, solo el 69% del total de tramos analizados cumple con la distancia de visibilidad de parada en tanto que el 31% no cumple con la distancia

mínima que establece el DG-2018.

## 4.2 Diseño geométrico en planta.

### 4.2.1 Tramos en tangente

El cálculo de las longitudes mínimas de los tramos en tangente se determina de acuerdo a las fórmulas del ítem 2.3.4.1, basados en la velocidad de diseño, tomando en cuenta que el presente estudio comprende dos zonas (rural y urbana). Cuyas velocidades corresponden a 40 y 30 km/h respectivamente.

**Tabla 25.** *Tabla de tramos en tangente carretera Cutervo-Sócota*

Progresivas		Tramos en Tangente		L. min	Zona	Condición
Inicial	Final	Existente	Norma			
9+019.310	9+044.340	25.03	55.6	S	rural	no cumple
9+063.100	9+107.560	44.46	55.6	S	rural	no cumple
9+124.030	9+169.620	45.59	55.6	S	rural	no cumple
9+176.980	9+205.300	28.32	111.2	O	rural	no cumple
9+215.260	9+224.320	9.06	55.6	S	rural	no cumple
9+231.250	9+276.390	45.14	55.6	S	rural	no cumple
9+300.590	9+355.500	54.91	55.6	S	rural	no cumple
9+360.930	9+394.900	33.97	55.6	S	rural	no cumple
9+399.670	9+420.310	20.64	55.6	S	rural	no cumple
9+450.500	9+450.720	0.22	55.6	S	rural	no cumple
9+520.890	9+525.430	4.54	111.2	O	rural	no cumple
9+534.220	9+550.380	16.16	55.6	S	rural	no cumple
9+591.610	9+634.910	43.30	55.6	S	rural	no cumple
9+649.790	9+682.910	33.12	111.2	O	rural	no cumple
9+708.230	9+750.840	42.61	55.6	S	rural	no cumple
9+763.960	9+782.590	18.63	111.2	O	rural	no cumple
9+800.010	9+819.040	19.03	55.6	S	rural	no cumple
9+858.010	9+873.870	15.86	55.6	S	rural	no cumple
9+890.120	9+923.620	33.50	55.6	S	rural	no cumple
9+942.880	9+955.740	12.86	55.6	S	rural	no cumple
9+977.250	9+986.190	8.94	111.2	O	rural	no cumple
10+011.810	10+059.060	47.25	111.2	O	rural	no cumple
10+079.640	10+081.680	2.04	55.6	S	rural	no cumple
10+083.630	10+103.790	20.16	55.6	S	rural	no cumple
10+129.640	10+144.060	14.42	111.2	O	rural	no cumple
10+161.690	10+191.040	29.35	111.2	O	rural	no cumple
10+210.010	10+238.860	28.85	111.2	O	rural	no cumple
10+241.230	10+284.300	43.07	111.2	O	rural	no cumple
10+285.150	10+337.260	52.11	111.2	O	rural	no cumple

Progresivas		Tramos en Tangente		L. min	Zona	Condición
Inicial	Final	Existente	Norma			
10+356.580	10+382.580	26.00	55.6	S	rural	no cumple
10+393.420	10+423.630	30.21	55.6	S	rural	no cumple
10+430.210	10+478.910	48.70	55.6	S	rural	no cumple
10+490.740	10+512.030	21.29	55.6	S	rural	no cumple
10+529.880	10+543.170	13.29	55.6	S	rural	no cumple
10+562.150	10+628.780	66.63	55.6	S	rural	cumple
10+635.910	10+695.000	59.09	111.2	O	rural	no cumple
10+703.510	10+713.480	9.97	55.6	S	rural	no cumple
10+745.230	10+752.010	6.78	55.6	S	rural	no cumple
10+753.890	10+760.650	6.76	55.6	S	rural	no cumple
10+779.880	10+806.000	26.12	55.6	S	rural	no cumple
10+811.020	10+827.720	16.70	55.6	S	rural	no cumple
10+833.950	10+861.480	27.53	55.6	S	rural	no cumple
10+866.440	10+903.890	37.45	111.2	O	rural	no cumple
10+906.150	10+932.900	26.75	111.2	O	rural	no cumple
10+936.150	10+965.070	28.92	111.2	O	rural	no cumple
11+007.140	11+027.360	20.22	111.2	O	rural	no cumple
11+093.640	11+093.930	0.29	55.6	S	rural	no cumple
11+101.010	11+117.670	16.66	55.6	S	rural	no cumple
11+124.760	11+144.980	20.22	55.6	S	rural	no cumple
11+151.780	11+189.940	38.16	55.6	S	rural	no cumple
11+195.270	11+224.380	29.11	111.2	O	rural	no cumple
11+268.990	11+288.060	19.07	55.6	S	rural	no cumple
11+298.190	11+311.800	13.61	55.6	S	rural	no cumple
11+324.920	11+331.070	6.15	55.6	S	rural	no cumple
11+339.800	11+367.850	28.05	55.6	S	rural	no cumple
11+369.030	11+377.950	8.92	111.2	O	rural	no cumple
11+381.020	11+406.750	25.73	111.2	O	rural	no cumple
11+409.320	11+436.650	27.33	55.6	S	rural	no cumple
11+494.440	11+534.720	40.28	55.6	S	rural	no cumple
11+544.280	11+556.540	12.26	55.6	S	rural	no cumple
11+562.690	11+566.980	4.29	55.6	S	rural	no cumple
11+585.900	11+595.490	9.59	55.6	S	rural	no cumple
11+621.390	11+629.200	7.81	111.2	O	rural	no cumple
11+629.540	11+661.130	31.59	55.6	S	rural	no cumple
11+712.750	11+789.450	76.70	55.6	S	rural	cumple
11+794.960	11+876.140	81.18	55.6	S	rural	cumple
11+877.090	11+920.430	43.34	55.6	S	rural	no cumple
11+933.690	11+962.560	28.87	55.6	S	rural	no cumple
11+976.470	11+999.980	23.51	111.2	O	rural	no cumple
12+017.580	12+035.070	17.49	111.2	O	rural	no cumple
12+063.520	12+103.540	40.02	55.6	S	rural	no cumple
12+152.320	12+155.920	3.60	111.2	O	rural	no cumple

Progresivas		Tramos en Tangente		L. min	Zona	Condición
Inicial	Final	Existente	Norma			
12+171.400	12+198.570	27.17	55.6	S	rural	no cumple
12+212.900	12+235.520	22.62	55.6	S	rural	no cumple
12+246.030	12+255.850	9.82	111.2	O	rural	no cumple
12+273.700	12+292.110	18.41	111.2	O	rural	no cumple
12+305.610	12+376.820	71.21	55.6	S	rural	cumple
12+412.520	12+412.950	0.43	55.6	S	rural	no cumple
12+470.570	12+503.940	33.37	55.6	S	rural	no cumple
12+520.340	12+530.770	10.43	111.2	O	rural	no cumple
12+538.270	12+551.460	13.19	55.6	S	rural	no cumple
12+556.850	12+598.710	41.86	111.2	O	rural	no cumple
12+628.330	12+666.070	37.74	55.6	S	rural	no cumple
12+696.610	12+747.140	50.53	55.6	S	rural	no cumple
12+754.070	12+774.560	20.49	111.2	O	rural	no cumple
12+782.620	12+801.630	19.01	111.2	O	rural	no cumple
12+842.700	12+864.460	21.76	111.2	O	rural	no cumple
12+875.890	12+901.270	25.38	111.2	O	rural	no cumple
12+917.030	12+934.080	17.05	55.6	S	rural	no cumple
12+966.650	12+967.130	0.48	55.6	S	rural	no cumple
12+990.570	12+998.730	8.16	55.6	S	rural	no cumple
13+019.440	13+046.890	27.45	55.6	S	rural	no cumple
13+050.710	13+079.660	28.95	111.2	O	rural	no cumple
13+103.440	13+112.920	9.48	55.6	S	rural	no cumple
13+147.520	13+191.910	44.39	55.6	S	rural	no cumple
13+221.940	13+222.120	0.18	55.6	S	rural	no cumple
13+233.260	13+242.080	8.82	55.6	S	rural	no cumple
13+268.420	13+317.190	48.77	55.6	S	rural	no cumple
13+323.280	13+328.680	5.40	55.6	S	rural	no cumple
13+342.400	13+347.860	5.46	55.6	S	rural	no cumple
13+367.780	13+398.670	30.89	55.6	S	rural	no cumple
13+412.900	13+443.420	30.52	55.6	S	rural	no cumple
13+449.690	13+475.320	25.63	111.2	O	rural	no cumple
13+482.960	13+526.110	43.15	111.2	O	rural	no cumple
13+536.110	13+559.190	23.08	111.2	O	urbana	no cumple
13+579.810	13+600.060	20.25	111.2	O	urbana	no cumple
13+603.230	13+634.470	31.24	111.2	O	urbana	no cumple
13+649.520	13+698.600	49.08	41.7	S	urbana	cumple
13+721.190	13+738.760	17.57	41.7	S	urbana	no cumple
13+746.780	13+801.380	54.60	41.7	S	urbana	cumple
13+806.050	13+850.110	44.06	83.4	O	urbana	no cumple
13+871.100	13+890.300	19.20	83.4	O	urbana	no cumple
13+899.110	13+946.510	47.40	83.4	O	urbana	no cumple
13+971.950	13+982.370	10.42	41.7	S	urbana	no cumple
13+990.490	14+000.000	9.51	41.7	S	urbana	no cumple

Resumen: Como se puede ver en el gráfico 3, el 95% de los tramos en tangente no cumple con la norma de diseño geométrico, en tanto solo el 5% cumple con dicha norma.

**Gráfico3.** Evaluación tramos en tangente



#### 4.2.2 Radios mínimos.

Se presentan los datos calculados a continuación:

Bajo los siguientes datos. Velocidad de diseño en km/h por otro lado, se tendrá en cuenta la ecuación propuesta en el DG-2018.

$$R_{min} = \frac{v^2}{127(\rho_{max} + f_{max})}$$

, así mismo en el presente estudio se aborda el cálculo para la

zona rural y parte de la carretera para una zona urbana. Por lo que se determinara los siguientes datos.

**Tabla 26.** Tabla de factores a considerar para calcular los radios mínimos de acuerdo a la zona

Zona rural	Zona urbana
$\rho_{max} = 8\%$	$\rho_{max} = 4\%$
$f_{max} = 0.17$	$f_{max} = 0.17$
V=40 km/h	V=30 km/h

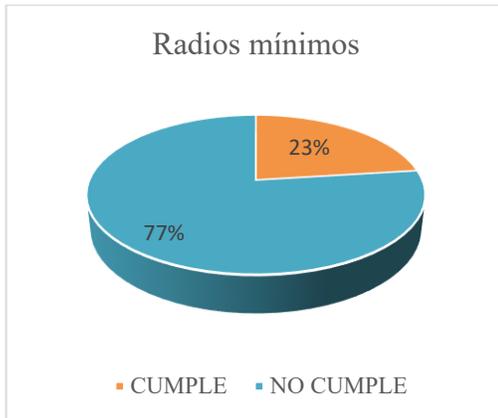
**Tabla 27.** *Tabla de radios mínimos carretera Cutervo-Sócota*

C	Δ			L.curva (m)	Tangente (m)	R (m)	L.C(m)	Externa (m)	Flecha M (m)	R.mínima	Verificación
	G°	M'	S''								
C1	14	8	55	15.74	7.91	64	15.7	0.49	0.49	50.39	Cumple
C2	35	49	23	18.76	9.7	30	18.45	1.53	1.45	50.39	No cumple
C3	37	45	42	16.48	8.55	25	16.18	1.42	1.35	50.39	No cumple
C4	16	51	1	7.35	3.7	25	7.33	0.27	0.27	50.39	No cumple
C5	22	48	28	9.95	5.04	25	9.89	0.5	0.49	50.39	No cumple
C6	15	53	17	6.93	3.49	25	6.91	0.24	0.24	50.39	No cumple
C7	55	27	25	24.2	13.14	25	23.26	3.24	2.87	50.39	No cumple
C8	12	27	8	5.43	2.73	25	5.42	0.15	0.15	50.39	No cumple
C9	10	54	46	4.76	2.39	25	4.75	0.11	0.11	50.39	No cumple
C10	26	3	44	30.19	15.36	66.5	29.93	1.75	1.71	50.39	Cumple
C11	168	55	11	70.17	245.37	24	47.38	222.7	21.5	50.39	No cumple
C12	20	45	22	8.8	4.45	24.5	8.75	0.4	0.4	50.39	No cumple
C13	41	16	59	41.23	21.55	57	40.34	3.93	3.67	50.39	Cumple
C14	9	27	9	14.87	7.45	90	14.86	0.31	0.31	50.39	Cumple
C15	58	2	1	25.32	13.87	25	24.25	3.59	3.14	50.39	No cumple
C16	30	3	35	13.12	6.71	25	12.97	0.89	0.86	50.39	No cumple
C17	12	52	12	17.42	8.74	77.5	17.38	0.49	0.49	50.39	Cumple
C18	15	35	8	38.97	19.61	143	38.85	1.34	1.32	50.39	Cumple
C19	26	49	18	16.25	8.28	34.5	16.1	0.97	0.95	50.39	No cumple
C20	17	12	59	19.27	9.71	64	19.2	0.73	0.72	50.39	Cumple
C21	49	18	39	21.52	11.48	25	20.86	2.51	2.28	50.39	No cumple
C22	20	6	35	25.62	12.94	73	25.49	1.14	1.12	50.39	Cumple
C23	47	10	2	20.58	10.91	25	20	2.28	2.09	50.39	No cumple
C24	8	55	10	1.95	0.97	12.5	1.94	0.04	0.04	50.39	No cumple
C25	59	13	57	25.85	14.21	25	24.71	3.76	3.27	50.39	No cumple
C26	18	15	9	17.63	8.89	55.5	17.56	0.71	0.7	50.39	Cumple
C27	22	3	57	18.97	9.61	49.5	18.86	0.93	0.91	50.39	No cumple
C28	5	25	46	2.37	1.19	25	2.37	0.03	0.03	50.39	No cumple
C29	1	56	47	0.85	0.42	25	0.85	0	0	50.39	No cumple
C30	14	34	33	19.32	9.71	76	19.26	0.62	0.61	50.39	Cumple
C31	24	51	2	10.84	5.51	25	10.76	0.6	0.59	50.39	No cumple
C32	15	5	12	6.58	3.31	25	6.56	0.22	0.22	50.39	No cumple
C33	27	6	18	11.83	6.03	25	11.72	0.72	0.7	50.39	No cumple
C34	40	53	45	17.84	9.32	25	17.47	1.68	1.58	50.39	No cumple
C35	43	30	5	18.98	9.97	25	18.53	1.92	1.78	50.39	No cumple
C36	3	44	35	7.13	3.57	109	7.13	0.06	0.06	50.39	Cumple
C37	8	52	54	8.51	4.26	55	8.5	0.17	0.16	50.39	Cumple

C	Δ			L.curva (m)	Tangente (m)	R (m)	L.C(m)	Externa (m)	Flecha M (m)	R.mínima	Verificación
	G°	M'	S''								
C38	38	9	34	31.75	16.49	48	31.17	2.77	2.62	50.39	No cumple
C39	4	17	46	1.87	0.94	25	1.87	0.02	0.02	50.39	No cumple
C40	76	29	52	19.23	11.35	14.5	17.83	3.94	3.09	50.39	No cumple
C41	11	29	36	5.01	2.52	25	5.01	0.13	0.13	50.39	No cumple
C42	14	16	6	6.23	3.13	25	6.21	0.2	0.19	50.39	No cumple
C43	11	21	55	4.96	2.49	25	4.95	0.12	0.12	50.39	No cumple
C44	5	10	41	2.26	1.13	25	2.26	0.03	0.03	50.39	No cumple
C45	7	27	6	3.25	1.63	25	3.25	0.05	0.05	50.39	No cumple
C46	44	14	13	42.07	22.15	54.5	41.03	4.33	4.01	50.39	Cumple
C47	13	11	16	66.28	33.29	288	66.14	1.92	1.9	50.39	Cumple
C48	16	13	32	7.08	3.56	25	7.06	0.25	0.25	50.39	No cumple
C49	16	15	9	7.09	3.57	25	7.07	0.25	0.25	50.39	No cumple
C50	15	35	13	6.8	3.42	25	6.78	0.23	0.23	50.39	No cumple
C51	12	12	46	5.33	2.67	25	5.32	0.14	0.14	50.39	No cumple
C52	102	13	20	44.6	31	25	38.92	14.82	9.3	50.39	No cumple
C53	23	13	33	10.13	5.14	25	10.06	0.52	0.51	50.39	No cumple
C54	30	5	9	13.13	6.72	25	12.98	0.89	0.86	50.39	No cumple
C55	19	59	43	8.72	4.41	25	8.68	0.39	0.38	50.39	No cumple
C56	2	42	3	1.18	0.59	25	1.18	0.01	0.01	50.39	No cumple
C57	7	1	56	3.07	1.54	25	3.07	0.05	0.05	50.39	No cumple
C58	5	52	59	2.57	1.28	25	2.57	0.03	0.03	50.39	No cumple
C59	157	41	9	57.79	106.48	21	41.21	87.53	16.94	50.39	No cumple
C60	21	54	51	9.56	4.84	25	9.5	0.46	0.46	50.39	No cumple
C61	14	5	33	6.15	3.09	25	6.13	0.19	0.19	50.39	No cumple
C62	71	18	49	18.92	10.9	15	17.72	3.51	2.85	50.39	No cumple
C63	59	21	22	25.9	14.25	25	24.76	3.77	3.28	50.39	No cumple
C64	0	46	21	0.34	0.17	25	0.34	0	0	50.39	No cumple
C65	45	15	13	51.62	27.24	65.5	50.29	5.45	5.03	50.39	Cumple
C66	12	36	35	5.5	2.76	25	5.49	0.15	0.15	50.39	No cumple
C67	2	10	25	0.95	0.47	25	0.95	0	0	50.39	No cumple
C68	30	24	11	13.27	6.79	25	13.11	0.91	0.87	50.39	No cumple
C69	31	51	38	13.9	7.14	25	13.72	1	0.96	50.39	No cumple
C70	40	19	40	17.6	9.18	25	17.24	1.63	1.53	50.39	No cumple
C71	4	39	40	28.45	14.23	350	28.44	0.29	0.29	50.39	Cumple
C72	169	24	33	48.79	178.02	16.5	32.86	162.3	14.98	50.39	No cumple
C73	17	23	1	15.48	7.8	51	15.42	0.59	0.59	50.39	Cumple
C74	32	50	39	14.33	7.37	25	14.14	1.06	1.02	50.39	No cumple
C75	24	5	29	10.51	5.33	25	10.43	0.56	0.55	50.39	No cumple
C76	40	55	23	17.86	9.33	25	17.48	1.68	1.58	50.39	No cumple

C	Δ			L.curva (m)	Tangente (m)	R (m)	L.C(m)	Externa (m)	Flecha M (m)	R.mínima	Verificación
	G°	M'	S''								
C77	3	55	55	13.5	6.92	25	13.33	0.94	0.91	50.39	No cumple
C78	52	29	57	35.7	19.21	39	34.46	4.48	4.02	50.39	No cumple
C79	158	43	47	57.62	110.77	20.5	40.89	91.9	16.96	50.39	No cumple
C80	9	16	58	16.4	8.22	101	16.38	0.33	0.33	50.39	Cumple
C81	17	12	0	7.5	3.78	25	7.48	0.28	0.28	50.39	No cumple
C82	12	21	30	5.39	2.71	25	5.38	0.15	0.15	50.39	No cumple
C83	67	52	57	29.62	16.83	25	27.92	5.13	4.26	50.39	No cumple
C84	69	59	23	30.54	17.5	25	28.68	5.52	4.52	50.39	No cumple
C85	15	53	6	6.93	3.49	25	6.91	0.24	0.24	50.39	No cumple
C86	18	27	6	8.05	4.06	25	8.02	0.33	0.32	50.39	No cumple
C87	41	6	45	41.07	21.46	57	40.19	3.89	3.64	50.39	Cumple
C88	26	11	27	11.43	5.82	25	11.33	0.67	0.65	50.39	No cumple
C89	36	7	28	15.76	8.15	25	15.5	1.3	1.23	50.39	No cumple
C90	74	38	32	32.57	19.06	25	30.31	6.44	5.12	50.39	No cumple
C91	53	42	21	23.43	12.66	25	22.59	3.02	2.7	50.39	No cumple
C92	47	27	14	20.71	10.99	25	20.12	2.31	2.11	50.39	No cumple
C93	8	45	46	3.82	1.92	25	3.82	0.07	0.07	50.39	No cumple
C94	54	30	14	23.78	12.88	25	22.9	3.12	2.77	50.39	No cumple
C95	67	4	37	34.6	19.59	29.5	32.66	5.9	4.92	50.39	No cumple
C96	68	48	43	30.02	17.12	25	28.25	5.3	4.37	50.39	No cumple
C97	25	31	18	11.14	5.66	25	11.04	0.63	0.62	50.39	No cumple
C98	125	46	8	26.34	23.43	12	21.36	14.33	6.53	50.39	No cumple
C99	13	58	20	6.1	3.06	25	6.08	0.19	0.19	50.39	No cumple
C100	31	27	26	13.73	7.04	25	13.55	0.97	0.94	50.39	No cumple
C101	45	38	36	19.92	10.52	25	19.39	2.12	1.96	50.39	No cumple
C102	32	37	22	14.23	7.32	25	14.04	1.05	1.01	50.39	No cumple
C103	14	22	37	6.27	3.15	25	6.26	0.2	0.2	50.39	No cumple
C104	3	10	11	7.63	3.82	138	7.63	0.05	0.05	50.39	Cumple
C105	3	18	21	10	5	173	10	0.07	0.07	50.39	Cumple
C106	3	46	33	20.62	10.31	313	20.61	0.17	0.17	50.39	Cumple
C107	7	15	32	3.17	1.59	25	3.17	0.05	0.05	33.75	No cumple
C108	3	36	17	15.05	7.53	239	15.05	0.12	0.12	33.75	Cumple
C109	6	37	40	22.58	11.3	195	22.57	0.33	0.33	33.75	Cumple
C110	18	23	49	8.03	4.05	25	7.99	0.33	0.32	33.75	No cumple
C111	10	42	6	4.67	2.34	25	4.66	0.11	0.11	33.75	No cumple
C112	48	6	4	20.99	11.16	25	20.38	2.38	2.17	33.75	No cumple
C113	6	54	42	8.81	4.41	73	8.81	0.13	0.13	33.75	Cumple
C114	39	16	55	25.44	13.25	37	24.95	2.29	2.16	33.75	Cumple
C115	18	37	6	8.12	4.1	25	8.09	0.33	0.33	33.75	No cumple

**Gráfico 4.** Porcentaje de radios mínimos que cumplen con el DG-2018



Del gráfico se deduce que el 77% de los radios analizados en el tramo no cumple con lo que dispone el reglamento, en tanto solo el 23% de radios analizados cumplen con las dimensiones mínimas.

#### 4.2.3 Curvas de vuelta.

En la presente investigación se determinan 03 curvas de vuelta referentes a las curvas C11, C72, C79. Los cuales se van a evaluar tomando en cuenta la clase de carretera (tercera clase) y por consiguiente el ancho de berma, el ancho de calzada y el radio mínimo interior.

Ancho de calzada: 3.30 m (tabla 9)

Ancho de berma: 0.90 (tabla 10)

Radio interior mínimo normal: 8 m

Donde: (Radio interior mínimo normal) + (Ancho de calzada) + (ancho de berma) = Radio mínimo.

Radio mínimo:  $8+3.30+0.90= 12.20$  m

**Tabla 28.** Tabla de curvas de vuelta Cutervo - Sócota

C	$\Delta$			L.curva (m)	Tangente (m)	R (m)	L.C(m)	Externa (m)	Flecha M (m)	R.mínima	Verificación
	G°	M'	S''								
C11	168	55	11	70.17	245.37	24	47.38	222.7	21.5	12.20	Cumple
C72	169	24	33	48.79	178.02	16.5	32.86	162.3	14.98	12.20	Cumple
C79	158	43	47	57.62	110.77	20.5	40.89	91.9	16.96	12.20	Cumple

Como se puede apreciar las curvas de vuelta en el presente estudio las tres de ellas cumple con los parámetros mínimos que establece el manual de diseño geométrico de carreteras

#### 4.2.4 Sobreancho.

Para verificar los sobreanchos en la vía en estudio se procedió a verificar en campo dichas medidas en comparación con el levantamiento topográfico realizado. Por otro lado, se procede a determinar el sobreancho de acuerdo a la norma tomando como vehículo de diseño el Bus E2.

Dicho cálculo se efectuará desde la perspectiva de los siguientes datos en todas las curvas.

Curva N°1

Radio: 64 m

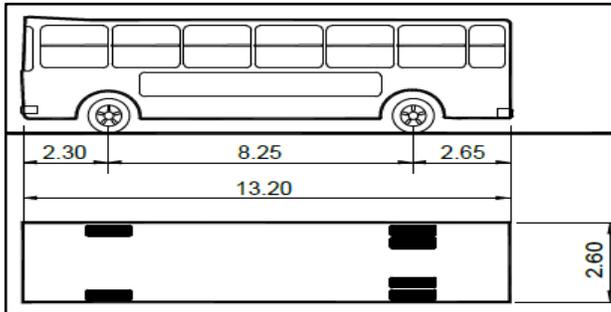
Número de carriles: 2

Velocidad de diseño: 40 km/h

Camión de diseño: Bus E2

L: 8.25+2.3= 10.55

**Figura 22.** Dimensiones de camión de diseño Bus E2



Fuente: Ministerios de transportes y comunicaciones- DG-2018

Cálculo: según la ecuación 11

$$Sa = 2(64 - \sqrt{64^2 - 10.55^2}) + \frac{40}{10\sqrt{64}}$$

Sa=2.3 m

**Tabla 29.** Tabla de comprobación de sobreancho

C	Δ			R (m)	Distancia eje berma	Sa existente (m)	Sa calculado (m)	Verificación
	G°	M'	S''					
C1	14	8	55	64	3.49	1.69	2.3	no cumple
C2	35	49	23	30	1.00	-	4.6	no cumple
C3	37	45	42	25	1.65	-	5.5	no cumple
C4	16	51	1	25	2.54	0.74	5.5	no cumple
C5	22	48	28	25	0.90	-	5.5	no cumple
C6	15	53	17	25	0.82	-	5.5	no cumple

C	Δ			R (m)	Distancia eje berma	Sa existente (m)	Sa calculado (m)	Verificación
	G°	M'	S''					
C7	55	27	25	25	2.62	0.82	5.5	no cumple
C8	12	27	8	25	1.26	-	5.5	no cumple
C9	10	54	46	25	2.00	0.20	5.5	no cumple
C10	26	3	44	66.5	2.10	0.30	2.2	no cumple
C11	168	55	11	24	2.12	0.32	5.7	no cumple
C12	20	45	22	24.5	1.67	-	5.6	no cumple
C13	41	16	59	57	1.92	0.12	2.5	no cumple
C14	9	27	9	90	1.81	-	1.7	no cumple
C15	58	2	1	25	1.81	-	5.5	no cumple
C16	30	3	35	25	1.60	-	5.5	no cumple
C17	12	52	12	77.5	1.53	-	1.9	no cumple
C18	15	35	8	143	2.26	0.46	1.1	no cumple
C19	26	49	18	34.5	1.66	-	4	no cumple
C20	17	12	59	64	2.31	0.51	2.3	no cumple
C21	49	18	39	25	1.78	-	5.5	no cumple
C22	20	6	35	73	2.45	0.65	2	no cumple
C23	47	10	2	25	1.93	0.13	5.5	no cumple
C24	8	55	10	12.5	1.92	0.12	12.7	no cumple
C25	59	13	57	25	2.07	0.27	5.5	no cumple
C26	18	15	9	55.5	1.84	-	2.6	no cumple
C27	22	3	57	49.5	1.82	-	2.8	no cumple
C28	5	25	46	25	1.94	0.14	5.5	no cumple
C29	1	56	47	25	1.64	-	5.5	no cumple
C30	14	34	33	76	2.65	0.85	1.9	no cumple
C31	24	51	2	25	1.99	0.19	5.5	no cumple
C32	15	5	12	25	2.18	0.38	5.5	no cumple
C33	27	6	18	25	2.17	0.37	5.5	no cumple
C34	40	53	45	25	2.11	0.31	5.5	no cumple
C35	43	30	5	25	2.14	0.34	5.5	no cumple
C36	3	44	35	109	1.52	-	1.4	no cumple
C37	8	52	54	55	1.22	-	2.6	no cumple
C38	38	9	34	48	1.62	-	2.9	no cumple
C39	4	17	46	25	2.30	0.50	5.5	no cumple
C40	76	29	52	14.5	2.78	0.98	10.2	no cumple
C41	11	29	36	25	2.68	0.88	5.5	no cumple
C42	14	16	6	25	2.40	0.60	5.5	no cumple
C43	11	21	55	25	1.84	-	5.5	no cumple
C44	5	10	41	25	2.30	0.50	5.5	no cumple
C45	7	27	6	25	2.37	0.57	5.5	no cumple
C46	44	14	13	54.5	3.28	1.48	2.6	no cumple
C47	13	11	16	288	2.01	0.21	0.6	no cumple

C	Δ			R (m)	Distancia eje berma	Sa existente (m)	Sa calculado (m)	Verificación
	G°	M'	S''					
C48	16	13	32	25	2.19	0.39	5.5	no cumple
C49	16	15	9	25	3.28	1.48	5.5	no cumple
C50	15	35	13	25	2.00	0.20	5.5	no cumple
C51	12	12	46	25	2.15	0.35	5.5	no cumple
C52	102	13	20	25	2.07	0.27	5.5	no cumple
C53	23	13	33	25	2.04	0.24	5.5	no cumple
C54	30	5	9	25	2.48	0.68	5.5	no cumple
C55	19	59	43	25	3.10	1.30	5.5	no cumple
C56	2	42	3	25	2.10	0.30	5.5	no cumple
C57	7	1	56	25	2.17	0.37	5.5	no cumple
C58	5	52	59	25	1.89	-	5.5	no cumple
C59	157	41	9	21	2.03	0.23	6.6	no cumple
C60	21	54	51	25	2.15	0.35	5.5	no cumple
C61	14	5	33	25	1.70	-	5.5	no cumple
C62	71	18	49	15	1.38	-	9.7	no cumple
C63	59	21	22	25	2.31	0.51	5.5	no cumple
C64	0	46	21	25	2.02	0.22	5.5	no cumple
C65	45	15	13	65.5	1.05	-	2.2	no cumple
C66	12	36	35	25	3.43	1.63	5.5	no cumple
C67	2	10	25	25	1.90	0.10	5.5	no cumple
C68	30	24	11	25	1.77	-	5.5	no cumple
C69	31	51	38	25	2.09	0.29	5.5	no cumple
C70	40	19	40	25	2.37	0.57	5.5	no cumple
C71	4	39	40	349.5	1.90	0.10	0.5	no cumple
C72	169	24	33	16.5	2.63	0.83	8.6	no cumple
C73	17	23	1	51	2.38	0.58	2.8	no cumple
C74	32	50	39	25	2.31	0.51	5.5	no cumple
C75	24	5	29	25	2.33	0.53	5.5	no cumple
C76	40	55	23	25	4.33	2.53	5.5	no cumple
C77	3	55	55	25	2.41	0.61	5.5	no cumple
C78	52	29	57	39	1.39	-	3.5	no cumple
C79	158	43	47	20.5	3.28	1.48	6.7	no cumple
C80	9	16	58	101	2.47	0.67	1.5	no cumple
C81	17	12	0	25	1.65	-	5.5	no cumple
C82	12	21	30	25	2.93	1.13	5.5	no cumple
C83	67	52	57	25	2.81	1.01	5.5	no cumple
C84	69	59	23	25	1.93	0.13	5.5	no cumple
C85	15	53	6	25	1.82	-	5.5	no cumple
C86	18	27	6	25	1.95	0.15	5.5	no cumple
C87	41	6	45	57	2.16	0.36	2.5	no cumple
C88	26	11	27	25	2.40	0.60	5.5	no cumple
C89	36	7	28	25	3.63	1.83	5.5	no cumple

C	Δ			R (m)	Distancia eje berma	Sa existente (m)	Sa calculado (m)	Verificación
	G°	M'	S''					
C90	74	38	32	25	2.41	0.61	5.5	no cumple
C91	53	42	21	25	3.06	1.26	5.5	no cumple
C92	47	27	14	25	2.50	0.70	5.5	no cumple
C93	8	45	46	25	3.54	1.74	5.5	no cumple
C94	54	30	14	25	1.75	-	5.5	no cumple
C95	67	4	37	29.5	2.39	0.59	4.6	no cumple
C96	68	48	43	25	2.18	0.38	5.5	no cumple
C97	25	31	18	25	3.14	1.34	5.5	no cumple
C98	125	46	8	12	3.11	1.31	13.7	no cumple
C99	13	58	20	25	2.33	0.53	5.5	no cumple
C100	31	27	26	25	2.56	0.76	5.5	no cumple
C101	45	38	36	25	2.87	1.07	5.5	no cumple
C102	32	37	22	25	1.53	-	5.5	no cumple
C103	14	22	37	25	2.55	0.75	5.5	no cumple
C104	3	10	11	138	2.21	0.41	1.1	no cumple
C105	3	18	21	173	2.90	1.10	0.9	cumple
C106	3	46	33	313	2.94	1.14	0.6	cumple
C107	7	15	32	25	1.31	-	5.5	no cumple
C108	3	36	17	239	1.48	-	0.7	no cumple
C109	6	37	40	195	2.23	0.43	0.9	no cumple
C110	18	23	49	25	2.18	0.38	5.5	no cumple
C111	10	42	6	25	2.30	0.50	5.5	no cumple
C112	48	6	4	25	2.26	0.46	5.5	no cumple
C113	6	54	42	73	2.66	0.86	2	no cumple
C114	39	16	55	37	2.30	0.50	3.7	no cumple
C115	18	37	6	25	2.03	0.23	5.5	no cumple

**Gráfico 5. Evaluación de sobreanchos**



Del gráfico se puede concluir que de las 115 curvas evaluadas solamente el 1.74% cumple con los sobreanchos que exige la norma, en tanto un 98.26% no cumple.

### 4.3 Diseño geométrico en perfil.

#### 4.3.1 Pendiente máximas y mínimas.

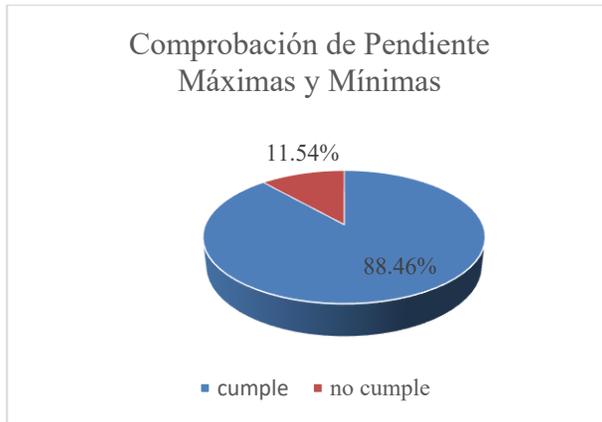
La evaluación de la pendiente en perfil se tendrá en cuenta de acuerdo a la norma de diseño geométrico DG-2018.

Es así que, como lo indica la tabla 6. La pendiente máxima para una carretera de tercera clase, con orografía ondulada o tipo II y para una velocidad de diseño de 40 km/h, la pendiente máxima es de 9%. Por otro lado, se establece la pendiente mínima de 0.5%.

**Tabla 30.** *Tabla de comprobación de pendientes máximas y mínimas*

N° de PI	Progresivas		Pendiente Mínima	Pendiente Máxima	Pendiente existente	Verificación
	Inicio	Fin				
PI01	9+000.000	9+116.790	0.50%	9%	3.11%	cumple
PI02	9+116.790	9+285.150	0.50%	9%	1.92%	cumple
PI03	9+285.150	9+367.970	0.50%	9%	4.77%	cumple
PI04	9+367.970	9+448.480	0.50%	9%	2.14%	cumple
PI05	9+448.480	9+519.010	0.50%	9%	8.07%	cumple
PI06	9+519.010	9+670.100	0.50%	9%	0.61%	cumple
PI07	9+670.100	9+876.220	0.50%	9%	3.12%	cumple
PI08	9+876.220	9+960.870	0.50%	9%	5.32%	cumple
PI09	9+960.870	10+044.110	0.50%	9%	0.46%	No cumple
PI10	10+044.110	10+117.550	0.50%	9%	4.22%	cumple
PI11	10+117.550	10+397.420	0.50%	9%	2.62%	cumple
PI12	10+397.420	10+859.720	0.50%	9%	3.35%	cumple
PI13	10+859.720	11+012.060	0.50%	9%	3.81%	cumple
PI14	11+012.060	11+100.290	0.50%	9%	0.39%	No cumple
PI15	11+100.290	11+197.290	0.50%	9%	6.77%	cumple
PI16	11+197.290	11+437.010	0.50%	9%	1.09%	cumple
PI17	11+437.010	11+575.870	0.50%	9%	5.68%	cumple
PI18	11+575.870	11+615.900	0.50%	9%	3.95%	cumple
PI19	11+615.900	11+884.080	0.50%	9%	3.86%	cumple
PI20	11+884.080	12+285.140	0.50%	9%	3.00%	cumple
PI21	12+285.140	12+397.850	0.50%	9%	0.46%	No cumple
PI22	12+397.850	12+493.460	0.50%	9%	6.42%	cumple
PI23	12+493.460	12+663.150	0.50%	9%	1.66%	cumple
PI24	12+663.150	12+961.740	0.50%	9%	5.66%	cumple
PI25	12+961.740	13+638.900	0.50%	9%	6.67%	cumple
PI26	13+638.900	14+000.000	0.50%	9%	4.00%	cumple

**Gráfico 6. Evaluación de pendientes**



Del gráfico se deduce que el 11.54% de las pendientes de la carretera en estudio no cumplen con las pendientes mínimas, por otro lado, el 88.46% de pendientes cumple con la norma de DG-2018.

#### 4.3.2 Pendientes máximas excepcionales.

Como lo menciona el manual de diseño geométrico, para carreteras de tercera clase cuando la pendiente excede a 5% se deben considerar cuando menos cada 3 km un tramo de 500 metros con una pendiente máxima de 2%.

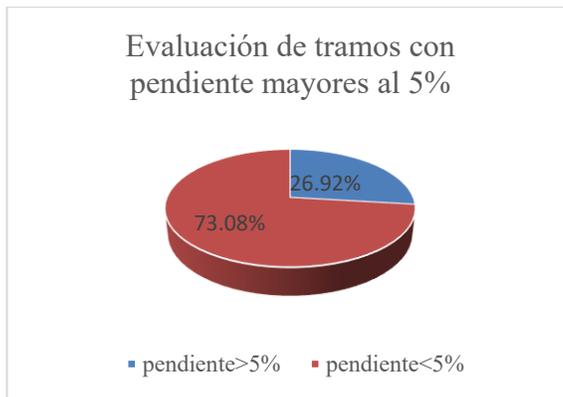
Por lo que, Como podemos ver en el presente estudio existen pendientes superiores a 5% en tramos de ascenso continuo. Por lo cual resulta razonable evaluar dicho criterio.

**Tabla 31. Tabla de comprobación de pendientes**

N° de PI	Progresivas		Distancia (m)	Pendiente existente	Pendiente mayor a 5%	Por norma	Verificación
	Inicio	Fin					
PI01	9+000.000	9+116.790	116.79	3.11%	-	-	cumple
PI02	9+116.790	9+285.150	168.36	1.92%	-	-	cumple
PI03	9+285.150	9+367.970	82.82	4.77%	-	-	cumple
PI04	9+367.970	9+448.480	80.51	2.14%	-	-	cumple
PI05	9+448.480	9+519.010	70.53	8.07%	8.07%	3km	cumple
PI06	9+519.010	9+670.100	151.09	0.61%	-	-	cumple
PI07	9+670.100	9+876.220	206.12	3.12%	-	-	cumple
PI08	9+876.220	9+960.870	84.65	5.32%	5.32%	3km	cumple

N° de PI	Progresivas		Distancia (m)	Pendiente existente	Pendiente mayor a 5%	Por norma	Verificación
	Inicio	Fin					
PI09	9+960.870	10+044.110	83.24	0.46%	-	-	cumple
PI10	10+044.110	10+117.550	73.44	4.22%	-	-	cumple
PI11	10+117.550	10+397.420	279.87	2.62%	-	-	cumple
PI12	10+397.420	10+859.720	462.30	3.35%	-	-	cumple
PI13	10+859.720	11+012.060	152.34	3.81%	-	-	cumple
PI14	11+012.060	11+100.290	88.23	0.39%	-	-	cumple
PI15	11+100.290	11+197.290	97.00	6.77%	6.77%	3km	cumple
PI16	11+197.290	11+437.010	239.72	1.09%	-	-	cumple
PI17	11+437.010	11+575.870	138.86	5.68%	5.68%	3km	cumple
PI18	11+575.870	11+615.900	40.03	3.95%	-	-	cumple
PI19	11+615.900	11+884.080	268.18	3.86%	-	-	cumple
PI20	11+884.080	12+285.140	401.06	3.00%	-	-	cumple
PI21	12+285.140	12+397.850	112.71	0.46%	-	-	cumple
PI22	12+397.850	12+493.460	95.61	6.42%	6.42%	3km	cumple
PI23	12+493.460	12+663.150	169.69	1.66%	-	-	cumple
PI24	12+663.150	12+961.740	298.59	5.66%	5.66%	3km	cumple
PI25	12+961.740	13+638.900	677.16	6.67%	6.67%	3km	cumple
PI26	13+638.900	14+000.000	361.10	4.00%	-	-	cumple

**Gráfico 7.** *Tramos evaluados con pendiente menores y superiores al 5%*



De la tabla 31 como se puede ver da el caso que el 100% de tramos analizados cumple con los requerimientos mínimos de la norma DG-2018. Además, se puede ver que se realizó el análisis básicamente a las pendientes mayores a 5%, donde se logra identificar que en su mayoría o todas no tienen tramos mayores a 3 km. Por otro lado, podemos notar del gráfico 7 que los tramos con pendiente mayores a 5% representan el 26.92% del total evaluado.

#### 4.3.3 Curvas Verticales.

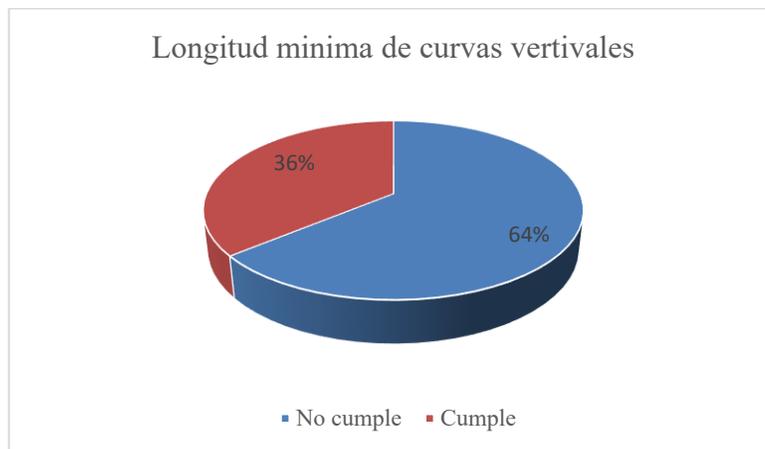
Se realizará el análisis de acuerdo al criterio de distancia de parada ya que la vía actualmente solo presenta un carril por lo que no resulta real analizar la distancia de adelantamiento. Así mismo el manual DG-2018 contempla valores para el índice k en condiciones de curvas cóncavas y convexas. Cuyos valores para una velocidad de diseño de 40 km/h se presentan y analizan en la siguiente tabla.

**Tabla 32.** *Tabla de longitudes mínimas de curvas verticales*

PIV	K calculado	K existente	L. curva calculada	L. existente	Verificación
1	33.61	33.3	40	39.57	No cumple
2	30.88	16.73	88	47.72	No cumple
3	15.21	23.05	40	60.63	Cumple
4	30.69	8.01	182	47.49	No cumple
5	7.10	7.2	53	53.7	Cumple
6	30.68	23.99	77	60.31	No cumple
7	30.91	17.0	68	37.39	No cumple
8	6.92	8.0	40	46.25	Cumple

PIV	K calculado	K existente	L. curva calculada	L. existente	Verificación
9	30.56	14.0	143	65.45	No cumple
10	25.00	40.54	40	64.8	Cumple
11	54.79	73.45	40	53.78	Cumple
12	86.96	223.41	40	101.34	Cumple
13	9.52	6.0	40	25.2	No cumple
14	30.59	6.0	219	42.99	No cumple
15	7.22	17.24	41	97.94	Cumple
16	30.72	12.8	141	58.72	No cumple
17	6.85	2.77	66	26.69	No cumple
18	30.60	2.51	239	19.59	No cumple
19	46.51	26.67	40	23.09	No cumple
20	11.56	12.18	40	42.1	Cumple
21	30.67	6.0	211	41.29	No cumple
22	8.40	6.29	40	30	No cumple
23	30.75	9.14	123	36.61	No cumple
24	39.60	17.96	40	18.14	No cumple
25	14.98	16.13	40	43.11	Cumple

**Gráfico 8.** Evaluación de longitud de curva vertical



Tal como se muestra en el gráfico anterior solamente el 36% de las curvas verticales evaluadas cumple con la longitud mínima. En tanto el 64% no cumple con dichas medidas consideradas en el reglamento DG-2018.

#### 4.4 Diseño geométrico de la sección transversal.

##### 4.4.1 Calzada.

Se procederá a evaluar las dimensiones mínimas de la calzada y posteriormente se realizará

la comparación con lo que estipula la norma DG-2018.

Como se conoce en la presente investigación se cuenta con una carretera de un solo carril. Por lo que desde luego las dimensiones comparado con lo que exige el reglamento no van a cumplir, sin embargo, para realizar una investigación más objetiva se realizará una comparación también en lo que respecta a las medidas de un solo carril.

**Tabla 33.** *Tabla de dimensiones de la calzada*

Progresivas	Distancia (m)	Calzada	Norma	Zona	Situación
9+000.000	0.00	4.70	6.00	rural	no cumple
9+020.000	20.00	4.00	6.00	rural	no cumple
9+040.000	20.00	3.35	6.00	rural	no cumple
9+050.000	10.00	3.70	6.00	rural	no cumple
9+060.000	10.00	3.20	6.00	rural	no cumple
9+080.000	20.00	3.30	6.00	rural	no cumple
9+100.000	20.00	3.30	6.00	rural	no cumple
9+110.000	10.00	3.75	6.00	rural	no cumple
9+120.000	10.00	5.25	6.00	rural	no cumple
9+140.000	20.00	3.20	6.00	rural	no cumple
9+160.000	20.00	2.90	6.00	rural	no cumple
9+170.000	10.00	2.65	6.00	rural	no cumple
9+180.000	10.00	2.62	6.00	rural	no cumple
9+200.000	20.00	2.96	6.00	rural	no cumple
9+210.000	10.00	3.34	6.00	rural	no cumple
9+220.000	10.00	3.16	6.00	rural	no cumple
9+230.000	10.00	3.19	6.00	rural	no cumple
9+240.000	10.00	3.20	6.00	rural	no cumple
9+260.000	20.00	3.30	6.00	rural	no cumple
9+280.000	20.00	4.10	6.00	rural	no cumple
9+290.000	10.00	3.10	6.00	rural	no cumple
9+300.000	10.00	3.54	6.00	rural	no cumple
9+320.000	20.00	3.30	6.00	rural	no cumple
9+340.000	20.00	3.20	6.00	rural	no cumple
9+360.000	20.00	3.35	6.00	rural	no cumple
9+380.000	20.00	4.55	6.00	rural	no cumple
9+400.000	20.00	3.36	6.00	rural	no cumple
9+420.000	20.00	3.38	6.00	rural	no cumple
9+430.000	10.00	3.25	6.00	rural	no cumple
9+440.000	10.00	3.25	6.00	rural	no cumple
9+450.000	10.00	2.64	6.00	rural	no cumple
9+460.000	10.00	3.58	6.00	rural	no cumple
9+470.000	10.00	3.75	6.00	rural	no cumple
9+480.000	3.26	4.15	6.00	rural	no cumple
9+490.000	10.00	4.15	6.00	rural	no cumple

Progresivas	Distancia (m)	Calzada	Norma	Zona	Situación
9+500.000	10.00	3.84	6.00	rural	no cumple
9+510.000	10.00	2.95	6.00	rural	no cumple
9+520.000	10.00	4.10	6.00	rural	no cumple
9+530.000	10.00	3.13	6.00	rural	no cumple
9+540.000	10.00	3.15	6.00	rural	no cumple
9+560.000	20.00	3.60	6.00	rural	no cumple
9+570.000	10.00	3.55	6.00	rural	no cumple
9+580.000	10.00	3.55	6.00	rural	no cumple
9+590.000	10.00	3.20	6.00	rural	no cumple
9+600.000	10.00	4.44	6.00	rural	no cumple
9+620.000	20.00	3.00	6.00	rural	no cumple
9+640.000	20.00	3.00	6.00	rural	no cumple
9+650.000	10.00	4.40	6.00	rural	no cumple
9+660.000	10.00	2.95	6.00	rural	no cumple
9+680.000	20.00	2.95	6.00	rural	no cumple
9+690.000	10.00	3.05	6.00	rural	no cumple
9+700.000	10.00	2.88	6.00	rural	no cumple
9+720.000	20.00	2.65	6.00	rural	no cumple
9+740.000	20.00	3.70	6.00	rural	no cumple
9+760.000	20.00	5.20	6.00	rural	no cumple
9+780.000	20.00	2.75	6.00	rural	no cumple
9+790.000	10.00	2.65	6.00	rural	no cumple
9+800.000	10.00	2.80	6.00	rural	no cumple
9+820.000	20.00	2.70	6.00	rural	no cumple
9+830.000	10.00	2.80	6.00	rural	no cumple
9+840.000	10.00	2.80	6.00	rural	no cumple
9+850.000	10.00	2.80	6.00	rural	no cumple
9+860.000	10.00	3.35	6.00	rural	no cumple
9+880.000	20.00	2.95	6.00	rural	no cumple
9+890.000	10.00	3.20	6.00	rural	no cumple
9+900.000	10.00	3.75	6.00	rural	no cumple
9+920.000	20.00	3.90	6.00	rural	no cumple
9+930.000	10.00	2.85	6.00	rural	no cumple
9+940.000	10.00	3.10	6.00	rural	no cumple
9+960.000	20.00	4.05	6.00	rural	no cumple
9+970.000	10.00	3.55	6.00	rural	no cumple
9+980.000	10.00	4.35	6.00	rural	no cumple
9+990.000	10.00	5.20	6.00	rural	no cumple
10+000.000	10.00	5.65	6.00	rural	no cumple
10+010.000	10.00	5.50	6.00	rural	no cumple
10+020.000	10.00	4.50	6.00	rural	no cumple
10+040.000	20.00	4.45	6.00	rural	no cumple
10+060.000	20.00	6.00	6.00	rural	no cumple
10+070.000	10.00	3.90	6.00	rural	no cumple

Progresivas	Distancia (m)	Calzada	Norma	Zona	Situación
10+080.000	10.00	3.15	6.00	rural	no cumple
10+100.000	20.00	3.95	6.00	rural	no cumple
10+110.000	10.00	3.75	6.00	rural	no cumple
10+120.000	10.00	3.50	6.00	rural	no cumple
10+140.000	20.00	4.15	6.00	rural	no cumple
10+150.000	10.00	3.70	6.00	rural	no cumple
10+160.000	10.00	3.75	6.00	rural	no cumple
10+180.000	20.00	3.90	6.00	rural	no cumple
10+200.000	20.00	3.75	6.00	rural	no cumple
10+210.000	10.00	3.35	6.00	rural	no cumple
10+220.000	10.00	3.50	6.00	rural	no cumple
10+240.000	20.00	3.85	6.00	rural	no cumple
10+260.000	20.00	3.45	6.00	rural	no cumple
10+280.000	20.00	3.25	6.00	rural	no cumple
10+300.000	20.00	2.90	6.00	rural	no cumple
10+320.000	20.00	3.55	6.00	rural	no cumple
10+340.000	20.00	5.05	6.00	rural	no cumple
10+350.000	10.00	5.35	6.00	rural	no cumple
10+360.000	10.00	5.30	6.00	rural	no cumple
10+380.000	20.00	5.65	6.00	rural	no cumple
10+390.000	10.00	4.30	6.00	rural	no cumple
10+400.000	10.00	5.90	6.00	rural	no cumple
10+420.000	20.00	5.90	6.00	rural	no cumple
10+430.000	10.00	4.20	6.00	rural	no cumple
10+440.000	10.00	4.85	6.00	rural	no cumple
10+460.000	20.00	3.55	6.00	rural	no cumple
10+480.000	20.00	3.15	6.00	rural	no cumple
10+490.000	10.00	3.30	6.00	rural	no cumple
10+500.000	10.00	4.15	6.00	rural	no cumple
10+520.000	20.00	4.00	6.00	rural	no cumple
10+530.000	10.00	3.50	6.00	rural	no cumple
10+540.000	10.00	3.30	6.00	rural	no cumple
10+550.000	10.00	3.60	6.00	rural	no cumple
10+560.000	10.00	3.30	6.00	rural	no cumple
10+580.000	20.00	3.77	6.00	rural	no cumple
10+600.000	20.00	3.50	6.00	rural	no cumple
10+620.000	20.00	2.75	6.00	rural	no cumple
10+630.000	10.00	3.40	6.00	rural	no cumple
10+640.000	10.00	3.20	6.00	rural	no cumple
10+660.000	20.00	2.90	6.00	rural	no cumple
10+680.000	20.00	2.95	6.00	rural	no cumple
10+700.000	20.00	2.60	6.00	rural	no cumple
10+720.000	20.00	3.85	6.00	rural	no cumple
10+730.000	10.00	3.60	6.00	rural	no cumple

Progresivas	Distancia (m)	Calzada	Norma	Zona	Situación
10+740.000	10.00	2.70	6.00	rural	no cumple
10+760.000	20.00	3.35	6.00	rural	no cumple
10+770.000	10.00	4.00	6.00	rural	no cumple
10+780.000	10.00	3.30	6.00	rural	no cumple
10+800.000	20.00	3.25	6.00	rural	no cumple
10+810.000	10.00	3.45	6.00	rural	no cumple
10+820.000	10.00	3.10	6.00	rural	no cumple
10+830.000	10.00	2.80	6.00	rural	no cumple
10+840.000	10.00	3.20	6.00	rural	no cumple
10+860.000	20.00	3.15	6.00	rural	no cumple
10+880.000	20.00	3.20	6.00	rural	no cumple
10+900.000	20.00	4.10	6.00	rural	no cumple
10+920.000	20.00	3.60	6.00	rural	no cumple
10+940.000	20.00	3.75	6.00	rural	no cumple
10+960.000	20.00	3.45	6.00	rural	no cumple
10+970.000	10.00	3.65	6.00	rural	no cumple
10+980.000	10.00	2.80	6.00	rural	no cumple
10+990.000	10.00	2.90	6.00	rural	no cumple
11+000.000	10.00	4.65	6.00	rural	no cumple
11+020.000	20.00	3.20	6.00	rural	no cumple
11+030.000	10.00	3.50	6.00	rural	no cumple
11+040.000	10.00	3.60	6.00	rural	no cumple
11+050.000	10.00	3.70	6.00	rural	no cumple
11+060.000	10.00	3.30	6.00	rural	no cumple
1+070.000	10.00	4.10	6.00	rural	no cumple
11+080.000	10.00	4.35	6.00	rural	no cumple
11+090.000	10.00	4.15	6.00	rural	no cumple
11+100.000	10.00	4.60	6.00	rural	no cumple
11+120.000	20.00	4.80	6.00	rural	no cumple
11+140.000	20.00	5.45	6.00	rural	no cumple
11+150.000	10.00	3.25	6.00	rural	no cumple
11+160.000	10.00	3.30	6.00	rural	no cumple
11+180.000	20.00	3.40	6.00	rural	no cumple
11+210.000	30.00	3.55	6.00	rural	no cumple
11+230.000	20.00	3.10	6.00	rural	no cumple
11+240.000	10.00	4.15	6.00	rural	no cumple
11+250.000	10.00	3.85	6.00	rural	no cumple
11+260.000	10.00	3.62	6.00	rural	no cumple
11+280.000	20.00	2.95	6.00	rural	no cumple
11+300.000	20.00	4.21	6.00	rural	no cumple
11+320.000	20.00	4.25	6.00	rural	no cumple
11+340.000	20.00	5.80	6.00	rural	no cumple
11+360.000	20.00	5.20	6.00	rural	no cumple
11+380.000	20.00	3.20	6.00	rural	no cumple

Progresivas	Distancia (m)	Calzada	Norma	Zona	Situación
11+400.000	20.00	3.90	6.00	rural	no cumple
11+410.000	10.00	3.95	6.00	rural	no cumple
11+420.000	10.00	4.40	6.00	rural	no cumple
11+440.000	20.00	3.55	6.00	rural	no cumple
11+450.000	10.00	3.70	6.00	rural	no cumple
11+460.000	10.00	3.80	6.00	rural	no cumple
11+470.000	10.00	3.90	6.00	rural	no cumple
11+480.000	10.00	4.00	6.00	rural	no cumple
11+490.000	10.00	5.55	6.00	rural	no cumple
11+500.000	10.00	3.50	6.00	rural	no cumple
11+520.000	20.00	3.65	6.00	rural	no cumple
11+540.000	20.00	4.60	6.00	rural	no cumple
11+560.000	20.00	4.50	6.00	rural	no cumple
11+570.000	10.00	4.30	6.00	rural	no cumple
11+580.000	10.00	7.80	6.00	rural	cumple
11+600.000	20.00	3.35	6.00	rural	no cumple
11+610.000	10.00	7.45	6.00	rural	cumple
11+620.000	10.00	5.30	6.00	rural	no cumple
11+640.000	20.00	3.50	6.00	rural	no cumple
11+660.000	20.00	3.85	6.00	rural	no cumple
11+670.000	10.00	3.65	6.00	rural	no cumple
11+680.000	10.00	3.60	6.00	rural	no cumple
11+690.000	10.00	4.60	6.00	rural	no cumple
11+700.000	10.00	3.40	6.00	rural	no cumple
11+710.000	10.00	3.75	6.00	rural	no cumple
11+720.000	10.00	3.50	6.00	rural	no cumple
11+740.000	20.00	3.48	6.00	rural	no cumple
11+760.000	20.00	3.60	6.00	rural	no cumple
11+780.000	20.00	4.10	6.00	rural	no cumple
11+810.000	30.00	4.10	6.00	rural	no cumple
11+820.000	10.00	3.20	6.00	rural	no cumple
11+840.000	20.00	3.90	6.00	rural	no cumple
11+860.000	20.00	3.30	6.00	rural	no cumple
11+880.000	20.00	3.90	6.00	rural	no cumple
11+900.000	20.00	4.00	6.00	rural	no cumple
11+920.000	20.00	3.90	6.00	rural	no cumple
11+930.000	10.00	3.20	6.00	rural	no cumple
11+940.000	10.00	3.10	6.00	rural	no cumple
11+960.000	20.00	3.95	6.00	rural	no cumple
11+980.000	20.00	4.70	6.00	rural	no cumple
12+000.000	20.00	5.35	6.00	rural	no cumple
12+010.000	10.00	5.80	6.00	rural	no cumple
12+020.000	10.00	4.15	6.00	rural	no cumple
12+040.000	20.00	4.40	6.00	rural	no cumple

Progresivas	Distancia (m)	Calzada	Norma	Zona	Situación
12+050.000	10.00	4.20	6.00	rural	no cumple
12+060.000	10.00	4.10	6.00	rural	no cumple
12+080.000	20.00	4.15	6.00	rural	no cumple
12+100.000	20.00	4.45	6.00	rural	no cumple
12+120.000	20.00	5.30	6.00	rural	no cumple
12+140.000	20.00	4.80	6.00	rural	no cumple
12+150.000	10.00	4.80	6.00	rural	no cumple
12+160.000	10.00	3.60	6.00	rural	no cumple
12+170.000	10.00	3.80	6.00	rural	no cumple
12+180.000	10.00	3.90	6.00	rural	no cumple
12+200.000	20.00	4.55	6.00	rural	no cumple
12+210.000	10.00	4.10	6.00	rural	no cumple
12+220.000	10.00	3.80	6.00	rural	no cumple
12+240.000	20.00	4.75	6.00	rural	no cumple
12+260.000	20.00	7.65	6.00	rural	cumple
12+270.000	10.00	7.85	6.00	rural	cumple
12+280.000	10.00	6.30	6.00	rural	no cumple
12+300.000	20.00	3.50	6.00	rural	no cumple
12+320.000	20.00	3.85	6.00	rural	no cumple
12+340.000	20.00	3.05	6.00	rural	no cumple
12+360.000	20.00	3.45	6.00	rural	no cumple
12+380.000	20.00	3.65	6.00	rural	no cumple
12+390.000	10.00	3.50	6.00	rural	no cumple
12+400.000	10.00	3.90	6.00	rural	no cumple
12+410.000	10.00	3.60	6.00	rural	no cumple
12+420.000	10.00	3.90	6.00	rural	no cumple
12+430.000	10.00	4.25	6.00	rural	no cumple
12+440.000	10.00	4.50	6.00	rural	no cumple
12+450.000	10.00	7.20	6.00	rural	cumple
3+460.000	10.00	3.25	6.00	rural	no cumple
12+470.000	10.00	4.50	6.00	rural	no cumple
12+480.000	10.00	4.30	6.00	rural	no cumple
12+500.000	20.00	3.85	6.00	rural	no cumple
12+510.000	10.00	3.00	6.00	rural	no cumple
12+520.000	10.00	3.65	6.00	rural	no cumple
12+557.803	37.80	3.95	6.00	rural	no cumple
12+570.000	12.20	3.50	6.00	rural	no cumple
12+580.000	10.00	2.95	6.00	rural	no cumple
12+600.000	20.00	3.70	6.00	rural	no cumple
12+610.000	10.00	4.10	6.00	rural	no cumple
12+620.000	10.00	4.10	6.00	rural	no cumple
12+640.000	20.00	3.55	6.00	rural	no cumple
12+660.000	20.00	3.50	6.00	rural	no cumple
12+670.000	10.00	4.00	6.00	rural	no cumple

Progresivas	Distancia (m)	Calzada	Norma	Zona	Situación
12+680.000	10.00	3.90	6.00	rural	no cumple
12+690.000	10.00	3.90	6.00	rural	no cumple
12+700.000	10.00	4.40	6.00	rural	no cumple
12+720.000	20.00	3.95	6.00	rural	no cumple
12+740.000	20.00	3.25	6.00	rural	no cumple
12+750.000	10.00	3.25	6.00	rural	no cumple
12+760.000	10.00	3.00	6.00	rural	no cumple
12+780.000	20.00	3.15	6.00	rural	no cumple
12+800.000	20.00	3.95	6.00	rural	no cumple
12+810.000	10.00	4.15	6.00	rural	no cumple
12+820.000	10.00	4.55	6.00	rural	no cumple
12+830.000	10.00	4.70	6.00	rural	no cumple
12+840.000	10.00	4.80	6.00	rural	no cumple
12+860.000	20.00	4.60	6.00	rural	no cumple
12+870.000	10.00	4.45	6.00	rural	no cumple
12+880.000	10.00	4.65	6.00	rural	no cumple
12+900.000	20.00	4.75	6.00	rural	no cumple
12+910.000	10.00	3.95	6.00	rural	no cumple
12+920.000	10.00	5.50	6.00	rural	no cumple
12+940.000	20.00	2.95	6.00	rural	no cumple
12+950.000	10.00	5.30	6.00	rural	no cumple
12+960.000	10.00	3.80	6.00	rural	no cumple
12+970.000	10.00	4.30	6.00	rural	no cumple
12+980.000	10.00	4.50	6.00	rural	no cumple
12+990.000	10.00	6.25	6.00	rural	no cumple
13+000.000	10.00	4.30	6.00	rural	no cumple
13+010.000	10.00	5.15	6.00	rural	no cumple
13+020.000	10.00	4.65	6.0	rural	no cumple
13+040.000	20.00	4.40	6.00	rural	no cumple
13+060.000	20.00	4.25	6.00	rural	no cumple
13+080.000	20.00	5.55	6.00	rural	no cumple
13+090.000	10.00	3.85	6.00	rural	no cumple
13+100.000	10.00	5.00	6.00	rural	no cumple
13+120.000	20.00	5.20	6.00	rural	no cumple
13+130.000	10.00	5.20	6.00	rural	no cumple
13+140.000	10.00	4.60	6.00	rural	no cumple
13+160.000	20.00	4.50	6.00	rural	no cumple
13+180.000	20.00	3.60	6.00	rural	no cumple
13+200.000	20.00	4.65	6.00	rural	no cumple
13+210.000	10.00	4.55	6.00	rural	no cumple
13+220.000	10.00	4.05	6.00	rural	no cumple
13+230.000	10.00	4.55	6.00	rural	no cumple
13+240.000	10.00	4.80	6.00	rural	no cumple
13+250.000	10.00	2.90	6.00	rural	no cumple

Progresivas	Distancia (m)	Calzada	Norma	Zona	Situación
13+260.000	10.00	5.05	6.00	rural	no cumple
13+270.000	10.00	4.50	6.00	rural	no cumple
13+280.000	10.00	3.25	6.00	rural	no cumple
13+300.000	20.00	4.40	6.00	rural	no cumple
13+320.000	20.00	4.35	6.00	rural	no cumple
13+330.000	10.00	4.90	6.00	rural	no cumple
13+340.000	10.00	6.40	6.00	rural	no cumple
13+350.000	10.00	4.70	6.00	rural	no cumple
13+360.000	10.00	3.80	6.00	rural	no cumple
13+380.000	20.00	3.80	6.00	rural	no cumple
13+400.000	20.00	4.05	6.00	rural	no cumple
13+410.000	10.00	5.35	6.00	rural	no cumple
13+420.000	10.00	3.65	6.00	rural	no cumple
13+440.000	20.00	4.75	6.00	rural	no cumple
13+450.000	10.00	4.25	6.00	rural	no cumple
13+460.000	10.00	4.30	6.00	rural	no cumple
13+480.000	20.00	4.20	6.00	rural	no cumple
13+500.000	20.00	4.50	6.00	rural	no cumple
13+520.000	20.00	4.55	6.00	rural	no cumple
13+530.000	10.00	4.30	6.00	rural	no cumple
13+540.000	10.00	4.25	6.00	rural	no cumple
13+560.000	20.00	4.00	6.00	rural	no cumple
13+570.000	10.00	3.80	6.00	rural	no cumple
13+580.000	10.00	3.40	6.00	rural	no cumple
13+600.000	20.00	3.70	6.00	rural	no cumple
13+620.000	20.00	3.75	6.00	rural	no cumple
13+640.000	20.00	3.10	6.00	rural	no cumple
13+650.000	10.00	3.20	6.00	rural	no cumple
13+660.000	10.00	4.20	6.00	rural	no cumple
13+680.000	20.00	4.40	6.00	rural	no cumple
13+690.000	10.00	4.30	6.00	rural	no cumple
13+700.000	10.00	3.70	6.00	rural	no cumple
13+710.000	10.00	3.20	6.00	rural	no cumple
13+720.000	10.00	3.30	6.00	rural	no cumple
13+740.000	20.00	3.40	6.00	rural	no cumple
13+760.000	20.00	3.45	6.00	rural	no cumple
13+780.000	20.00	3.55	6.00	rural	no cumple
13+800.000	20.00	3.50	6.00	rural	no cumple
13+820.000	20.00	3.50	6.00	rural	no cumple
13+840.000	20.00	3.20	6.00	rural	no cumple
13+860.000	20.00	3.30	6.00	rural	no cumple
13+870.000	10.00	6.45	6.00	rural	no cumple
13+880.000	10.00	5.40	6.00	rural	no cumple
13+900.000	20.00	4.70	6.00	rural	no cumple

Progresivas	Distancia (m)	Calzada	Norma	Zona	Situación
13+910.000	10.00	4.20	6.00	rural	no cumple
13+920.000	10.00	3.80	6.00	rural	no cumple
13+940.000	20.00	3.95	6.00	rural	no cumple
13+950.000	10.00	5.25	6.00	rural	no cumple
13+960.000	10.00	5.10	6.00	rural	no cumple
13+970.000	10.00	4.00	6.00	rural	no cumple
13+980.000	10.00	4.00	6.00	rural	no cumple
13+990.000	10.00	4.00	6.00	rural	no cumple
14+000.000	10.00	4.00	6.00	rural	no cumple

**Gráfico 9.** Evaluación de ancho de calzada



Como se puede ver en el gráfico anterior el ancho de sección que presenta la vía no cumple con las dimensiones mínimas. Ya que solamente el 1.42% de las secciones evaluadas cumple con dichas dimensiones mínimas en tanto que, el 98.58% las incumple. Por otro lado, en el siguiente gráfico se describe el porcentaje de secciones que está por debajo de la dimensión de un carril cuya dimensión es 3.30 metros según la norma DG-2018.

**Gráfico 10.** Evaluación de secciones mayores y menores a 3.30m



Del gráfico 10, se puede deducir que aun cuando el planteamiento de evaluar las medidas de un solo carril el 78.13% no cumple con las dimensiones mínimas que plantea el manual

de diseño de carreteras. En tanto solo el 21.87% cumple con dichas dimensiones. Así, mismo se identifica la sección más crítica en la progresiva 9+180.

**Figura 23.** sección más crítica progresiva 9+180



#### 4.4.2 Bermas.

En la presente investigación se procede a detallar los tramos que presentan berma, ya que como se mencionó en antes, la presente vía cuenta con un solo carril y existen tramos en los cuales no presenta una sección transversal adecuada y suficiente para el carril, por lo que es de ver que la limitación de la sección impidiera tener berma en toda la vía.

**Figura 24.** Inexistencia de berma en la mayoría tramos



**Tabla 34.** Tabla de longitudes de bermas

Progresivas	Distancia (m)	Berma izquierda	Berma derecha	total	Norma	Verificación
9+000.000	0.00	0.20	0.15	0.35	0.9	no cumple
9+020.000	20.00	0.15	0.20	0.35	0.9	no cumple

Progresivas	Distancia (m)	Berma izquierda	Berma derecha	total	Norma	Verificación
9+040.000	20.00	0.15	0.20	0.35	0.9	no cumple
9+050.000	10.00	0.15	0.20	0.35	0.9	no cumple
9+060.000	10.00	0.15	0.20	0.35	0.9	no cumple
9+080.000	20.00	0.15	0.20	0.35	0.9	no cumple
9+100.000	20.00	0.10	0.10	0.20	0.9	no cumple
9+110.000	10.00	-	0.10	0.10	0.9	no cumple
9+120.000	10.00	-	0.10	0.10	0.9	no cumple
9+140.000	20.00	-	0.10	0.10	0.9	no cumple
9+160.000	20.00	-	0.10	0.10	0.9	no cumple
9+170.000	10.00	-	0.10	0.10	0.9	no cumple
9+180.000	10.00	-	0.10	0.10	0.9	no cumple
9+200.000	20.00	-	0.10	0.10	0.9	no cumple
9+210.000	10.00	-	0.10	0.10	0.9	no cumple
9+220.000	10.00	-	0.10	0.10	0.9	no cumple
9+230.000	10.00	0.15	0.10	0.25	0.9	no cumple
9+240.000	10.00	0.15	0.10	0.25	0.9	no cumple
9+260.000	20.00	0.15	0.10	0.25	0.9	no cumple
9+280.000	20.00	0.15	-	0.15	0.9	no cumple
9+290.000	10.00	0.15	-	0.15	0.9	no cumple
9+300.000	10.00	0.15	-	0.15	0.9	no cumple
9+320.000	20.00	0.15	0.10	0.25	0.9	no cumple
9+340.000	20.00	0.15	-	0.15	0.9	no cumple
9+360.000	20.00	0.15	-	0.15	0.9	no cumple
9+380.000	20.00	0.15	-	0.15	0.9	no cumple
9+400.000	20.00	0.17	-	0.17	0.9	no cumple
9+420.000	20.00	0.17	-	0.17	0.9	no cumple
9+430.000	10.00	0.17	-	0.17	0.9	no cumple
9+440.000	10.00	0.17	-	0.17	0.9	no cumple
9+450.000	10.00	0.20	0.15	0.35	0.9	no cumple
9+460.000	10.00	0.20	0.10	0.30	0.9	no cumple
9+470.000	10.00	0.20	0.10	0.30	0.9	no cumple
9+480.000	10.00	0.20	0.10	0.30	0.9	no cumple
9+490.000	10.00	0.20	0.10	0.30	0.9	no cumple
9+500.000	10.00	0.20	0.10	0.30	0.9	no cumple
9+510.000	10.00	-	0.10	0.10	0.9	no cumple
9+520.000	10.00	-	0.10	0.10	0.9	no cumple
9+530.000	10.00	-	0.10	0.10	0.9	no cumple
9+540.000	10.00	-	0.10	0.10	0.9	no cumple
9+560.000	20.00	-	0.10	0.10	0.9	no cumple
9+570.000	10.00	-	0.10	0.10	0.9	no cumple
9+580.000	10.00	-	0.10	0.10	0.9	no cumple
9+590.000	10.00	-	0.10	0.10	0.9	no cumple
9+600.000	10.00	-	0.10	0.10	0.9	no cumple
9+620.000	20.00	-	0.10	0.10	0.9	no cumple

Progresivas	Distancia (m)	Berma izquierda	Berma derecha	total	Norma	Verificación
9+640.000	20.00	-	0.10	0.10	0.9	no cumple
9+650.000	10.00	-	0.10	0.10	0.9	no cumple
9+660.000	10.00	-	0.10	0.10	0.9	no cumple
9+680.000	20.00	-	0.10	0.10	0.9	no cumple
9+690.000	10.00	0.10	0.15	0.25	0.9	no cumple
9+700.000	10.00	0.10	0.15	0.25	0.9	no cumple
9+720.000	20.00	0.10	0.15	0.25	0.9	no cumple
9+740.000	20.00	0.10	0.15	0.25	0.9	no cumple
9+760.000	20.00	0.10	0.15	0.25	0.9	no cumple
9+780.000	20.00	0.10	0.15	0.25	0.9	no cumple
9+790.000	10.00	0.10	0.15	0.25	0.9	no cumple
9+800.000	10.00	0.10	0.15	0.25	0.9	no cumple
9+820.000	20.00	0.10	0.15	0.25	0.9	no cumple
9+830.000	10.00	0.10	0.15	0.25	0.9	no cumple
9+840.000	10.00	0.10	0.15	0.25	0.9	no cumple
9+850.000	10.00	0.10	0.15	0.25	0.9	no cumple
9+860.000	10.00	0.10	0.17	0.27	0.9	no cumple
9+880.000	20.00	0.10	0.17	0.27	0.9	no cumple
9+890.000	10.00	0.10	0.17	0.27	0.9	no cumple
9+900.000	10.00	0.10	0.17	0.27	0.9	no cumple
9+920.000	20.00	0.10	0.17	0.27	0.9	no cumple
9+930.000	10.00	-	0.17	0.17	0.9	no cumple
9+940.000	10.00	-	0.17	0.17	0.9	no cumple
9+960.000	20.00	-	0.17	0.17	0.9	no cumple
9+970.000	10.00	-	0.17	0.17	0.9	no cumple
9+980.000	10.00	-	0.17	0.17	0.9	no cumple
9+990.000	10.00	-	0.17	0.17	0.9	no cumple
10+000.000	10.00	-	0.17	0.17	0.9	no cumple
10+010.000	10.00	-	0.17	0.17	0.9	no cumple
10+020.000	10.00	-	0.17	0.17	0.9	no cumple
10+040.000	20.00	-	0.17	0.17	0.9	no cumple
10+060.000	20.00	-	0.17	0.17	0.9	no cumple
10+070.000	10.00	-	0.17	0.17	0.9	no cumple
10+080.000	10.00	-	0.17	0.17	0.9	no cumple
10+100.000	20.00	-	0.17	0.17	0.9	no cumple
10+110.000	10.00	-	-	-	0.9	no cumple
10+120.000	10.00	-	-	-	0.9	no cumple
10+140.000	20.00	-	-	-	0.9	no cumple
10+150.000	10.00	-	-	-	0.9	no cumple
10+160.000	10.00	-	-	-	0.9	no cumple
10+180.000	20.00	-	-	-	0.9	no cumple
10+200.000	20.00	-	-	-	0.9	no cumple
10+210.000	10.00	-	-	-	0.9	no cumple
10+220.000	10.00	-	-	-	0.9	no cumple

Progresivas	Distancia (m)	Berma izquierda	Berma derecha	total	Norma	Verificación
10+240.000	20.00	0.15	-	0.15	0.9	no cumple
10+260.000	20.00	0.15	-	0.15	0.9	no cumple
10+280.000	20.00	0.15	-	0.15	0.9	no cumple
10+300.000	20.00	0.15	-	0.15	0.9	no cumple
10+320.000	20.00	0.15	-	0.15	0.9	no cumple
10+340.000	20.00	0.15	-	0.15	0.9	no cumple
10+350.000	10.00	0.15	-	0.15	0.9	no cumple
10+360.000	10.00	0.15	-	0.15	0.9	no cumple
10+380.000	20.00	0.15	0.17	0.32	0.9	no cumple
10+390.000	10.00	0.15	0.17	0.32	0.9	no cumple
10+400.000	10.00	0.15	0.17	0.32	0.9	no cumple
10+420.000	20.00	0.15	0.17	0.32	0.9	no cumple
10+430.000	10.00	0.15	0.17	0.32	0.9	no cumple
10+440.000	10.00	0.15	0.17	0.32	0.9	no cumple
10+460.000	20.00	0.10	0.17	0.27	0.9	no cumple
10+480.000	20.00	0.10	0.17	0.27	0.9	no cumple
10+490.000	10.00	0.10	0.17	0.27	0.9	no cumple
10+500.000	10.00	0.10	0.17	0.27	0.9	no cumple
10+520.000	20.00	0.10	0.17	0.27	0.9	no cumple
10+530.000	10.00	0.10	0.17	0.27	0.9	no cumple
10+540.000	10.00	0.10	0.17	0.27	0.9	no cumple
10+550.000	10.00	0.10	0.17	0.27	0.9	no cumple
10+560.000	10.00	0.10	0.17	0.27	0.9	no cumple
10+580.000	20.00	0.10	0.17	0.27	0.9	no cumple
10+600.000	20.00	0.10	0.17	0.27	0.9	no cumple
10+620.000	20.00	0.10	0.17	0.27	0.9	no cumple
10+630.000	10.00	0.10	0.17	0.27	0.9	no cumple
10+640.000	10.00	0.10	0.17	0.27	0.9	no cumple
10+660.000	20.00	0.10	0.17	0.27	0.9	no cumple
10+680.000	20.00	0.10	0.17	0.27	0.9	no cumple
10+700.000	20.00	0.10	0.17	0.27	0.9	no cumple
10+720.000	20.00	0.10	0.17	0.27	0.9	no cumple
10+730.000	10.00	0.10	0.17	0.27	0.9	no cumple
10+740.000	10.00	0.10	-	0.10	0.9	no cumple
10+760.000	20.00	0.10	-	0.10	0.9	no cumple
10+770.000	10.00	0.10	-	0.10	0.9	no cumple
10+780.000	10.00	0.10	-	0.10	0.9	no cumple
10+800.000	20.00	0.10	-	0.10	0.9	no cumple
10+810.000	10.00	0.10	-	0.10	0.9	no cumple
10+820.000	10.00	0.10	-	0.10	0.9	no cumple
10+830.000	10.00	-	-	-	0.9	no cumple
10+840.000	10.00	-	-	-	0.9	no cumple
10+860.000	20.00	-	-	-	0.9	no cumple
10+880.000	20.00	-	-	-	0.9	no cumple

Progresivas	Distancia (m)	Berma izquierda	Berma derecha	total	Norma	Verificación
10+900.000	20.00	-	-	-	0.9	no cumple
10+920.000	20.00	-	-	-	0.9	no cumple
10+940.000	20.00	-	-	-	0.9	no cumple
10+960.000	20.00	-	-	-	0.9	no cumple
10+970.000	10.00	-	-	-	0.9	no cumple
10+980.000	10.00	-	-	-	0.9	no cumple
10+990.000	10.00	-	-	-	0.9	no cumple
11+000.000	10.00	-	-	-	0.9	no cumple
11+020.000	20.00	-	-	-	0.9	no cumple
11+030.000	10.00	-	-	-	0.9	no cumple
11+040.000	10.00	-	-	-	0.9	no cumple
11+050.000	10.00	-	-	-	0.9	no cumple
11+060.000	10.00	-	-	-	0.9	no cumple
11+070.000	10.00	-	-	-	0.9	no cumple
11+080.000	10.00	-	0.10	0.10	0.9	no cumple
11+090.000	10.00	-	0.10	0.10	0.9	no cumple
11+100.000	10.00	-	0.10	0.10	0.9	no cumple
11+120.000	20.00	-	0.10	0.10	0.9	no cumple
11+140.000	20.00	-	0.10	0.10	0.9	no cumple
11+150.000	10.00	-	0.10	0.10	0.9	no cumple
11+160.000	10.00	-	0.10	0.10	0.9	no cumple
11+180.000	20.00	-	0.10	0.10	0.9	no cumple
11+210.000	30.00	-	0.10	0.10	0.9	no cumple
11+230.000	20.00	0.10	0.10	0.20	0.9	no cumple
11+240.000	10.00	0.10	0.10	0.20	0.9	no cumple
11+250.000	10.00	0.10	0.10	0.20	0.9	no cumple
11+260.000	10.00	0.10	0.10	0.20	0.9	no cumple
11+280.000	20.00	0.10	0.10	0.20	0.9	no cumple
11+300.000	20.00	0.10	0.10	0.20	0.9	no cumple
11+320.000	20.00	0.10	0.10	0.20	0.9	no cumple
11+340.000	20.00	0.10	0.10	0.20	0.9	no cumple
11+360.000	20.00	0.10	0.10	0.20	0.9	no cumple
11+380.000	20.00	0.10	0.10	0.20	0.9	no cumple
11+400.000	20.00	0.10	0.10	0.20	0.9	no cumple
11+410.000	10.00	0.10	0.20	0.30	0.9	no cumple
11+420.000	10.00	0.10	0.20	0.30	0.9	no cumple
11+440.000	20.00	0.10	0.20	0.30	0.9	no cumple
11+450.000	10.00	0.10	0.20	0.30	0.9	no cumple
11+460.000	10.00	0.15	0.20	0.35	0.9	no cumple
11+470.000	10.00	0.15	0.20	0.35	0.9	no cumple
11+480.000	10.00	0.15	0.20	0.35	0.9	no cumple
11+490.000	10.00	0.15	0.20	0.35	0.9	no cumple
11+500.000	10.00	0.15	0.20	0.35	0.9	no cumple
11+520.000	20.00	0.15	0.20	0.35	0.9	no cumple

Progresivas	Distancia (m)	Berma izquierda	Berma derecha	total	Norma	Verificación
11+540.000	20.00	0.15	0.20	0.35	0.9	no cumple
11+560.000	20.00	0.15	0.20	0.35	0.9	no cumple
11+570.000	10.00	0.15	0.20	0.35	0.9	no cumple
11+580.000	10.00	0.15	0.20	0.35	0.9	no cumple
11+600.000	20.00	0.15	0.20	0.35	0.9	no cumple
11+610.000	10.00	0.15	0.20	0.35	0.9	no cumple
11+620.000	10.00	0.15	0.20	0.35	0.9	no cumple
11+640.000	20.00	0.15	0.20	0.35	0.9	no cumple
11+660.000	20.00	0.15	0.20	0.35	0.9	no cumple
11+670.000	10.00	0.15	0.20	0.35	0.9	no cumple
11+680.000	10.00	0.15	0.20	0.35	0.9	no cumple
11+690.000	10.00	0.15	0.20	0.35	0.9	no cumple
11+700.000	10.00	0.15	0.20	0.35	0.9	no cumple
11+710.000	10.00	0.15	0.20	0.35	0.9	no cumple
11+720.000	10.00	0.15	0.20	0.35	0.9	no cumple
11+740.000	20.00	0.15	0.20	0.35	0.9	no cumple
11+760.000	20.00	0.15	0.20	0.35	0.9	no cumple
11+780.000	20.00	0.15	0.20	0.35	0.9	no cumple
11+795.834	15.83	0.15	0.20	0.35	0.9	no cumple
11+820.000	24.17	-	0.15	0.15	0.9	no cumple
11+840.000	20.00	-	0.15	0.15	0.9	no cumple
11+860.000	20.00	-	0.15	0.15	0.9	no cumple
11+880.000	20.00	-	0.15	0.15	0.9	no cumple
11+900.000	20.00	-	0.15	0.15	0.9	no cumple
11+920.000	20.00	-	0.15	0.15	0.9	no cumple
11+930.000	10.00	-	0.15	0.15	0.9	no cumple
11+940.000	10.00	-	0.15	0.15	0.9	no cumple
11+960.000	20.00	-	0.15	0.15	0.9	no cumple
11+980.000	20.00	-	0.15	0.15	0.9	no cumple
12+000.000	20.00	-	0.15	0.15	0.9	no cumple
12+010.000	10.00	-	0.15	0.15	0.9	no cumple
12+020.000	10.00	-	0.15	0.15	0.9	no cumple
12+040.000	20.00	-	0.15	0.15	0.9	no cumple
12+050.000	10.00	-	0.15	0.15	0.9	no cumple
12+060.000	10.00	-	0.15	0.15	0.9	no cumple
12+080.000	20.00	-	0.15	0.15	0.9	no cumple
12+100.000	20.00	-	0.15	0.15	0.9	no cumple
12+120.000	20.00	-	0.15	0.15	0.9	no cumple
12+140.000	20.00	-	0.15	0.15	0.9	no cumple
12+150.000	10.00	-	0.15	0.15	0.9	no cumple
12+160.000	10.00	-	0.15	0.15	0.9	no cumple
12+170.000	10.00	-	0.15	0.15	0.9	no cumple
12+180.000	10.00	-	0.15	0.15	0.9	no cumple
12+200.000	20.00	-	0.15	0.15	0.9	no cumple

Progresivas	Distancia (m)	Berma izquierda	Berma derecha	total	Norma	Verificación
12+210.000	10.00	-	0.15	0.15	0.9	no cumple
12+220.000	10.00	-	0.15	0.15	0.9	no cumple
12+240.000	20.00	0.20	0.15	0.35	0.9	no cumple
12+260.000	20.00	0.20	0.15	0.35	0.9	no cumple
12+270.000	10.00	0.20	0.15	0.35	0.9	no cumple
12+280.000	10.00	0.20	0.15	0.35	0.9	no cumple
12+300.000	20.00	0.20	0.15	0.35	0.9	no cumple
12+320.000	20.00	0.20	0.15	0.35	0.9	no cumple
12+340.000	20.00	0.20	-	0.20	0.9	no cumple
12+360.000	20.00	0.20	-	0.20	0.9	no cumple
12+380.000	20.00	0.20	-	0.20	0.9	no cumple
12+390.000	10.00	0.20	-	0.20	0.9	no cumple
12+400.000	10.00	0.20	-	0.20	0.9	no cumple
12+410.000	10.00	0.20	-	0.20	0.9	no cumple
12+420.000	10.00	0.20	-	0.20	0.9	no cumple
12+430.000	10.00	0.20	-	0.20	0.9	no cumple
12+440.000	10.00	0.20	-	0.20	0.9	no cumple
12+450.000	10.00	0.20	-	0.20	0.9	no cumple
12+460.000	10.00	0.20	-	0.20	0.9	no cumple
12+470.000	10.00	0.20	-	0.20	0.9	no cumple
12+480.000	10.00	0.20	-	0.20	0.9	no cumple
12+500.000	20.00	0.20	-	0.20	0.9	no cumple
12+510.000	10.00	0.20	-	0.20	0.9	no cumple
12+520.000	10.00	0.20	-	0.20	0.9	no cumple
12+557.803	37.80	0.20	-	0.20	0.9	no cumple
12+570.000	12.20	-	-	-	0.9	no cumple
12+580.000	10.00	-	-	-	0.9	no cumple
12+600.000	20.00	-	-	-	0.9	no cumple
12+610.000	10.00	-	-	-	0.9	no cumple
12+620.000	10.00	-	-	-	0.9	no cumple
12+640.000	20.00	-	-	-	0.9	no cumple
12+660.000	20.00	-	-	-	0.9	no cumple
12+670.000	10.00	-	-	-	0.9	no cumple
12+680.000	10.00	-	-	-	0.9	no cumple
12+690.000	10.00	-	-	-	0.9	no cumple
12+700.000	10.00	-	-	-	0.9	no cumple
12+720.000	20.00	-	-	-	0.9	no cumple
12+740.000	20.00	-	-	-	0.9	no cumple
12+750.000	10.00	-	-	-	0.9	no cumple
12+760.000	10.00	-	-	-	0.9	no cumple
12+780.000	20.00	-	-	-	0.9	no cumple
12+800.000	20.00	-	-	-	0.9	no cumple
12+810.000	10.00	0.10	-	0.10	0.9	no cumple
12+820.000	10.00	0.10	-	0.10	0.9	no cumple

Progresivas	Distancia (m)	Berma izquierda	Berma derecha	total	Norma	Verificación
12+830.000	10.00	0.10	-	0.10	0.9	no cumple
12+840.000	10.00	0.10	-	0.10	0.9	no cumple
12+860.000	20.00	0.10	-	0.10	0.9	no cumple
12+870.000	10.00	0.10	-	0.10	0.9	no cumple
12+880.000	10.00	0.10	-	0.10	0.9	no cumple
12+900.000	20.00	0.10	-	0.10	0.9	no cumple
12+910.000	10.00	0.10	-	0.10	0.9	no cumple
12+920.000	10.00	0.10	-	0.10	0.9	no cumple
12+940.000	20.00	0.10	-	0.10	0.9	no cumple
12+950.000	10.00	0.10	-	0.10	0.9	no cumple
12+960.000	10.00	0.10	-	0.10	0.9	no cumple
12+970.000	10.00	0.10	-	0.10	0.9	no cumple
12+980.000	10.00	0.10	-	0.10	0.9	no cumple
12+990.000	10.00	0.10	-	0.10	0.9	no cumple
13+000.000	10.00	0.10	-	0.10	0.9	no cumple
13+010.000	10.00	0.10	-	0.10	0.9	no cumple
13+020.000	10.00	0.10	0.20	0.30	0.9	no cumple
13+040.000	20.00	0.17	0.20	0.37	0.9	no cumple
13+060.000	20.00	0.17	0.20	0.37	0.9	no cumple
13+080.000	20.00	0.17	0.20	0.37	0.9	no cumple
13+090.000	10.00	0.17	0.20	0.37	0.9	no cumple
13+100.000	10.00	0.17	0.20	0.37	0.9	no cumple
13+120.000	20.00	0.17	0.20	0.37	0.9	no cumple
13+130.000	10.00	0.17	0.20	0.37	0.9	no cumple
13+140.000	10.00	0.17	0.20	0.37	0.9	no cumple
13+160.000	20.00	0.17	0.20	0.37	0.9	no cumple
13+180.000	20.00	0.17	0.20	0.37	0.9	no cumple
13+200.000	20.00	0.17	0.20	0.37	0.9	no cumple
13+210.000	10.00	0.17	0.20	0.37	0.9	no cumple
13+220.000	10.00	0.17	0.20	0.37	0.9	no cumple
13+230.000	10.00	0.17	0.20	0.37	0.9	no cumple
13+240.000	10.00	0.17	0.20	0.37	0.9	no cumple
13+250.000	10.00	0.17	0.20	0.37	0.9	no cumple
13+260.000	10.00	0.17	0.20	0.37	0.9	no cumple
13+270.000	10.00	0.17	0.20	0.37	0.9	no cumple
13+280.000	10.00	0.17	0.20	0.37	0.9	no cumple
13+300.000	20.00	0.17	0.20	0.37	0.9	no cumple
13+320.000	20.00	0.17	0.20	0.37	0.9	no cumple
13+330.000	10.00	0.17	0.20	0.37	0.9	no cumple
13+340.000	10.00	0.17	0.20	0.37	0.9	no cumple
13+350.000	10.00	0.17	0.20	0.37	0.9	no cumple
13+360.000	10.00	0.17	0.20	0.37	0.9	no cumple
13+380.000	20.00	0.17	0.20	0.37	0.9	no cumple
13+400.000	20.00	0.17	0.20	0.37	0.9	no cumple

Progresivas	Distancia (m)	Berma izquierda	Berma derecha	total	Norma	Verificación
13+410.000	10.00	-	-	-	0.9	no cumple
13+420.000	10.00	-	-	-	0.9	no cumple
13+440.000	20.00	-	-	-	0.9	no cumple
13+450.000	10.00	-	-	-	0.9	no cumple
13+460.000	10.00	-	-	-	0.9	no cumple
13+480.000	20.00	-	-	-	0.9	no cumple
13+500.000	20.00	-	-	-	0.9	no cumple
13+520.000	20.00	-	-	-	0.9	no cumple
13+530.000	10.00	-	-	-	0.9	no cumple
13+540.000	10.00	-	-	-	0.9	no cumple
13+560.000	20.00	-	-	-	0.9	no cumple
13+570.000	10.00	-	-	-	0.9	no cumple
13+580.000	10.00	-	-	-	0.9	no cumple
13+600.000	20.00	-	-	-	0.9	no cumple
13+620.000	20.00	-	-	-	0.9	no cumple
13+640.000	20.00	-	-	-	0.9	no cumple
13+650.000	10.00	-	-	-	0.9	no cumple
13+660.000	10.00	-	-	-	0.9	no cumple
13+680.000	20.00	-	-	-	0.9	no cumple
13+690.000	10.00	-	-	-	0.9	no cumple
13+700.000	10.00	-	-	-	0.9	no cumple
13+710.000	10.00	-	-	-	0.9	no cumple
13+720.000	10.00	0.10	-	0.10	0.9	no cumple
13+740.000	20.00	0.10	-	0.10	0.9	no cumple
13+760.000	20.00	0.10	0.15	0.25	0.9	no cumple
13+780.000	20.00	0.10	0.15	0.25	0.9	no cumple
13+800.000	20.00	0.10	0.15	0.25	0.9	no cumple
13+820.000	20.00	0.10	0.15	0.25	0.9	no cumple
13+840.000	20.00	0.10	0.15	0.25	0.9	no cumple
13+860.000	20.00	0.10	0.15	0.25	0.9	no cumple
13+870.000	10.00	0.10	0.15	0.25	0.9	no cumple
13+880.000	10.00	0.10	0.15	0.25	0.9	no cumple
13+900.000	20.00	0.10	-	0.10	0.9	no cumple
13+910.000	10.00	0.10	-	0.10	0.9	no cumple
13+920.000	10.00	0.10	-	0.10	0.9	no cumple
13+940.000	20.00	0.10	-	0.10	0.9	no cumple
13+950.000	10.00	-	-	-	0.9	no cumple
13+960.000	10.00	-	-	-	0.9	no cumple
13+970.000	10.00	-	-	-	0.9	no cumple
13+980.000	10.00	-	-	-	0.9	no cumple
13+990.000	10.00	-	-	-	0.9	no cumple
14+000.000	10.00	-	-	-	0.9	no cumple

Como se puede ver en la tabla 34, en el análisis de las bermas en su totalidad, el 100% de secciones no cumplen con las dimensiones mínimas que establece el DG-2018. Ya que en la mayoría del tramo solo se cuenta con un carril de circulación.

#### 4.4.3 Peralte y bombeo.

Para determinar tanto peralte como bombeo se procedió a realizar el levantamiento de datos en campo con la ayuda de un eclímetro en cada tramo; curvas y tramos en tangente. Cuyos datos se van a poner en discusión en la siguiente tabla.

**Tabla 35.** *Tabla de evaluación de bombeo y peralte*

Tangente	Progresivas	Radio	Bombeo y peralte		Condición
			Existente %	Norma %	
T-01	9+000.000		2.60	2.5	Cumple
T-01	9+040.000		2.60	2.5	Cumple
T-02	9+080.000		2.55	2.5	Cumple
T-02	9+100.000		2.55	2.5	Cumple
T-03	9+140.000		2.50	2.5	Cumple
T-03	9+160.000		2.50	2.5	Cumple
T-04	9+180.000		2.50	2.5	Cumple
T-04	9+200.000		2.50	2.5	Cumple
T-05	9+220.000		2.60	2.5	Cumple
T-06	9+240.000		2.60	2.5	Cumple
T-06	9+260.000		2.55	2.5	Cumple
T-07	9+320.000		2.55	2.5	Cumple
T-07	9+340.000		2.55	2.5	Cumple
T-08	9+380.000		2.60	2.5	Cumple
T-08	9+400.000		2.60	2.5	Cumple
T-08	9+420.000		2.60	2.5	Cumple
T-09	9+540.000		2.55	2.5	Cumple
T-10	9+600.000		2.50	2.5	Cumple
T-10	9+620.000		2.50	2.5	Cumple
T-11	9+650.000		2.55	2.5	Cumple
T-11	9+660.000		2.55	2.5	Cumple
T-11	9+680.000		2.55	2.5	Cumple
T-12	9+720.000		2.50	2.5	Cumple
T-12	9+740.000		2.50	2.5	Cumple
T-13	9+780.000		2.50	2.5	Cumple
T-14	9+800.000		2.50	2.5	Cumple
T-15	9+860.000		2.50	2.5	Cumple
T-16	9+900.000		2.50	2.5	Cumple

Tangente	Progresivas	Radio	Bombeo y peralte		Condición
			Existente %	Norma %	
T-16	9+920.000		2.50	2.5	Cumple
T-17	9+980.000		2.40	2.5	No cumple
T-18	10+020.000		2.40	2.5	No cumple
T-18	10+040.000		2.40	2.5	No cumple
T-19	10+080.000		2.40	2.5	No cumple
T-19	10+100.000		2.40	2.5	No cumple
T-20	10+140.000		2.50	2.5	Cumple
T-21	10+180.000		2.45	2.5	No cumple
T-22	10+210.000		2.45	2.5	No cumple
T-22	10+220.000		2.45	2.5	No cumple
T-23	10+260.000		2.45	2.5	No cumple
T-23	10+280.000		2.45	2.5	No cumple
T-24	10+300.000		2.45	2.5	No cumple
T-24	10+320.000		2.45	2.5	No cumple
T-25	10+360.000		2.50	2.5	Cumple
T-25	10+380.000		2.50	2.5	Cumple
T-26	10+400.000		2.50	2.5	Cumple
T-26	10+420.000		2.50	2.5	Cumple
T-27	10+440.000		2.55	2.5	Cumple
T-27	10+460.000		2.55	2.5	Cumple
T-28	10+500.000		2.50	2.5	Cumple
T-29	10+530.000		2.50	2.5	Cumple
T-29	10+540.000		2.50	2.5	Cumple
T-30	10+580.000		2.40	2.5	No cumple
T-30	10+600.000		2.40	2.5	No cumple
T-30	10+620.000		2.40	2.5	No cumple
T-31	10+640.000		2.40	2.5	No cumple
T-31	10+660.000		2.40	2.5	No cumple
T-31	10+680.000		2.40	2.5	No cumple
T-32	10+760.000		2.4	2.5	No cumple
T-33	10+780.000		2.4	2.5	No cumple
T-33	10+800.000		2.4	2.5	No cumple
T-34	10+820.000		3	2.5	Cumple
T-35	10+840.000		2.4	2.5	No cumple
T-35	10+860.000		2.4	2.5	No cumple
T-36	10+880.000		2.4	2.5	No cumple
T-36	10+900.000		2.4	2.5	No cumple
T-37	10+920.000		2.4	2.5	No cumple
T-38	10+940.000		2.4	2.5	No cumple

Tangente	Progresivas	Radio	Bombeo y peralte		Condición
			Existente %	Norma %	
T-38	10+960.000		2.4	2.5	No cumple
T-39	11+020.000		2.45	2.5	No cumple
T-40	11+140.000		2.4	2.5	No cumple
T-41	11+160.000		2.55	2.5	Cumple
T-41	11+180.000		2.55	2.5	Cumple
T-42	11+210.000		2.55	2.5	Cumple
T-43	11+280.000		2.5	2.5	Cumple
T-43	11+300.000		2.5	2.5	Cumple
T-44	11+360.000		2.5	2.5	Cumple
T-44	11+380.000		2.5	2.5	Cumple
T-45	11+400.000		2.5	2.5	Cumple
T-45	11+410.000		2.5	2.5	Cumple
T-46	11+420.000		2.5	2.5	Cumple
T-46	11+440.000		2.5	2.5	Cumple
T-47	11+500.000		2	2.5	No cumple
T-47	11+520.000		2	2.5	No cumple
T-48	11+560.000		2	2.5	No cumple
T-49	11+570.000		2	2.5	No cumple
T-50	11+640.000		2.4	2.5	No cumple
T-50	11+660.000		2.4	2.5	No cumple
T-51	11+720.000		2.4	2.5	No cumple
T-51	11+740.000		2.4	2.5	No cumple
T-51	11+760.000		2.4	2.5	No cumple
T-51	11+780.000		2.4	2.5	No cumple
T-52	11+820.000		2.4	2.5	No cumple
T-52	11+840.000		2.4	2.5	No cumple
T-52	11+860.000		2.4	2.5	No cumple
T-53	11+900.000		2.4	2.5	No cumple
T-53	11+920.000		2.4	2.5	No cumple
T-54	11+940.000		2.4	2.5	No cumple
T-54	11+960.000		2.4	2.5	No cumple
T-55	12+000.000		2.5	2.5	Cumple
T-56	12+080.000		2.5	2.5	Cumple
T-56	12+100.000		2.5	2.5	Cumple
T-57	12+180.000		2.5	2.5	Cumple
T-57	12+200.000		2.5	2.5	Cumple
T-58	12+220.000		2.5	2.5	Cumple
T-59	12+280.000		2.5	2.5	Cumple
T-60	12+320.000		2.5	2.5	Cumple

Tangente	Progresivas	Radio	Bombeo y peralte		Condición
			Existente %	Norma %	
T-60	12+340.000		2.5	2.5	Cumple
T-60	12+360.000		2.5	2.5	Cumple
T-60	12+380.000		2.5	2.5	Cumple
T-61	12+480.000		2.5	2.5	Cumple
T-61	12+500.000		2.45	2.5	No cumple
T-62	12+570.000		2.45	2.5	No cumple
T-62	12+580.000		2.45	2.5	No cumple
T-62	12+600.000		2.45	2.5	No cumple
T-63	12+640.000		2.4	2.5	No cumple
T-63	12+660.000		2.4	2.5	No cumple
T-64	12+720.000		2.5	2.5	Cumple
T-64	12+740.000		2.5	2.5	Cumple
T-64	12+750.000		2.5	2.5	Cumple
T-65	12+760.000		2.5	2.5	Cumple
T-66	12+800.000		2.5	2.5	Cumple
T-67	12+860.000		2.5	2.5	Cumple
T-68	12+880.000		2.5	2.5	Cumple
T-68	12+900.000		2.5	2.5	Cumple
T-69	13+000.000		2.5	2.5	Cumple
T-70	13+040.000		2.4	2.5	No cumple
T-71	13+060.000		2.4	2.5	No cumple
T-71	13+080.000		2.4	2.5	No cumple
T-72	13+160.000		2.4	2.5	No cumple
T-72	13+180.000		2.4	2.5	No cumple
T-73	13+240.000		2.4	2.5	No cumple
T-74	13+280.000		2.4	2.5	No cumple
T-74	13+300.000		2.4	2.5	No cumple
T-74	13+320.000		2.4	2.5	No cumple
T-75	13+330.000		2.4	2.5	No cumple
T-76	13+350.000		2.4	2.5	No cumple
T-77	13+380.000		2.4	2.5	No cumple
T-77	13+400.000		2.4	2.5	No cumple
T-78	13+420.000		3	2.5	Cumple
T-78	13+440.000		2.5	2.5	Cumple
T-79	13+460.000		2.5	2.5	Cumple
T-80	13+500.000		2.5	2.5	Cumple
T-80	13+520.000		2.5	2.5	Cumple
T-81	13+540.000		2.5	2.5	Cumple
T-81	13+560.000		2.5	2.5	Cumple

Tangente	Progresivas	Radio	Bombeo y peralte		Condición
			Existente %	Norma %	
T-82	13+600.000		2.55	2.5	Cumple
T-83	13+620.000		2.5	2.5	Cumple
T-84	13+660.000		2.5	2.5	Cumple
T-84	13+680.000		2.55	2.5	Cumple
T-84	13+690.000		2.55	2.5	Cumple
T-84	13+700.000		2.55	2.5	Cumple
T-85	13+740.000		2.4	2.5	No cumple
T-86	13+760.000		2.4	2.5	No cumple
T-86	13+780.000		2.4	2.5	No cumple
T-86	13+800.000		2.4	2.5	No cumple
T-87	13+820.000		2.4	2.5	No cumple
T-87	13+840.000		2.4	2.5	No cumple
T-88	13+880.000		2.4	2.5	No cumple
T-89	13+910.000		2.5	2.5	Cumple
T-89	13+920.000		2.5	2.5	Cumple
T-89	13+940.000		2.5	2.5	Cumple
T-89	13+950.000		2.5	2.5	Cumple
T-90	13+980.000		2.5	2.5	Cumple
T-91	14+000.000		2.5	2.5	Cumple
C1	9+010.000	64	3.50	7.5	No cumple
C2	9+050.000	30	3.50	8.0	No cumple
C3	9+110.000	25	3.50	8.0	No cumple
C4	9+170.000	25	4.50	8.0	No cumple
C5	9+210.000	25	3.50	8.0	No cumple
C6	9+230.000	25	3.50	8.0	No cumple
C7	9+300.000	25	3.50	8.0	No cumple
C8	9+360.000	25	5.00	8.0	No cumple
C9	9+400.000	25	3.50	8.0	No cumple
C10	9+430.000	67	3.50	7.5	No cumple
C11	9+480.000	24	5.00	8.0	No cumple
C12	9+530.000	25	3.50	8.0	No cumple
C13	9+570.000	57	3.50	8.0	No cumple
C14	9+640.000	90	4.50	7.0	No cumple
C15	9+700.000	25	3.50	8.0	No cumple

Tangente	Progresivas	Radio	Bombeo y peralte		Condición
			Existente %	Norma %	
C16	9+760.000	25	3.50	8.0	No cumple
C17	9+790.000	78	3.50	7.0	No cumple
C18	9+840.000	143	5.00	5.5	No cumple
C19	9+880.000	35	3.50	8.0	No cumple
C20	9+930.000	64	6.00	7.5	No cumple
C21	9+970.000	25	3.50	8.0	No cumple
C22	10+000.000	73	3.50	7.5	No cumple
C23	10+080.000	25	3.50	8.0	No cumple
C24	10+120.000	13	5.00	8.0	No cumple
C25	10+150.000	25	3.50	8.0	No cumple
C26	10+200.000	56	3.50	8.0	No cumple
C27	10+240.000	50	3.50	8.0	No cumple
C28	10+280.000	25	5.50	8.0	No cumple
C29	10+300.000	25	3.50	8.0	No cumple
C30	10+350.000	76	3.50	7.5	No cumple
C31	10+390.000	25	6.00	8.0	No cumple
C32	10+425.000	25	3.50	8.0	No cumple
C33	10+490.000	25	3.50	8.0	No cumple
C34	10+520.000	25	3.50	8.0	No cumple
C35	10+555.000	25	3.50	8.0	No cumple
C36	10+630.000	109	5.00	6.5	No cumple
C37	10+700.000	55	3.50	8.0	No cumple
C38	10+730.000	48	3.50	8.0	No cumple

Tangente	Progresivas	Radio	Bombeo y peralte		Condición
			Existente %	Norma %	
C39	10+755.000	25	3.50	8.0	No cumple
C40	10+760.000	15	3.50	8.0	No cumple
C41	10+805.000	25	4.50	8.0	No cumple
C42	10+830.000	25	3.50	8.0	No cumple
C43	10+875.000	25	3.50	8.0	No cumple
C44	10+905.000	25	3.50	8.0	No cumple
C45	10+935.000	25	4.50	8.0	No cumple
C46	10+990.000	55	3.50	8.0	No cumple
C47	11+050.000	288	3.50	4.0	No cumple
C48	11+100.000	25	3.50	8.0	No cumple
C49	11+120.000	25	3.50	8.0	No cumple
C50	11+150.000	25	4.50	8.0	No cumple
C51	11+190.000	25	3.50	8.0	No cumple
C52	11+250.000	25	3.50	8.0	No cumple
C53	11+300.000	25	3.50	8.0	No cumple
C54	11+320.000	25	3.50	8.0	No cumple
C55	11+350.000	25	3.50	8.0	No cumple
C56	11+385.000	25	3.50	8.0	No cumple
C57	11+395.000	25	3.50	8.0	No cumple

Tangente	Progresivas	Radio	Bombeo y peralte		Condición
			Existente %	Norma %	
C58	11+402.000	25	6.00	8.0	No cumple
C59	11+470.000	21	3.50	8.0	No cumple
C60	11+540.000	25	3.50	8.0	No cumple
C61	11+565.000	25	5.00	8.0	No cumple
C62	11+580.000	15	3.50	8.0	No cumple
C63	11+610.000	25	3.50	8.0	No cumple
C64	11+635.000	25	3.50	8.0	No cumple
C65	11+700.000	66	4.50	7.5	No cumple
C66	11+795.000	25	3.50	8.0	No cumple
C67	11+880.000	25	3.50	8.0	No cumple
C68	11+940.000	25	3.50	8.0	No cumple
C69	11+980.000	25	3.00	8.0	No cumple
C70	12+010.000	25	3.50	8.0	No cumple
C71	12+045.000	350	3.50	3.5	Cumple
C72	12+130.000	17	3.50	8.0	No cumple
C73	12+170.000	51	3.50	8.0	No cumple
C74	12+210.000	25	4.00	8.0	No cumple
C75	12+235.000	25	3.50	8.0	No cumple
C76	12+270.000	25	3.50	8.0	No cumple
C77	12+300.000	25	3.50	8.0	No cumple
C78	12+400.000	39	3.50	8.0	No cumple
C79	12+440.000	21	3.50	8.0	No cumple

Tangente	Progresivas	Radio	Bombeo y peralte		Condición
			Existente %	Norma %	
C80	12+515.000	101	3.50	6.5	No cumple
C81	12+540.000	25	3.50	8.0	No cumple
C82	12+550.000	25	3.50	8.0	No cumple
C83	12+620.000	25	3.50	8.0	No cumple
C84	12+690.000	25	3.50	8.0	No cumple
C85	12+755.000	25	3.50	8.0	No cumple
C86	12+780.000	25	3.50	8.0	No cumple
C87	12+830.000	57	3.50	8.0	No cumple
C88	12+870.000	25	3.50	8.0	No cumple
C89	12+910.000	25	3.50	8.0	No cumple
C90	12+950.000	25	3.50	8.0	No cumple
C91	12+980.000	25	5.00	8.0	No cumple
C92	13+010.000	25	3.50	8.0	No cumple
C93	13+055.000	25	3.50	8.0	No cumple
C94	13+100.000	25	3.50	8.0	No cumple
C95	13+130.000	30	3.50	8.0	No cumple
C96	13+220.000	25	3.50	8.0	No cumple
C97	13+240.000	25	3.50	8.0	No cumple
C98	13+280.000	12	3.50	8.0	No cumple
C99	13+320.000	25	3.50	8.0	No cumple
C100	13+340.000	25	4.50	8.0	No cumple
C101	13+360.000	25	3.50	8.0	No cumple
C102	13+410.000	25	3.50	8.0	No cumple
C103	13+450.000	25	2.50	8.0	No cumple
C104	13+480.000	138	3.50	6.0	No cumple
C105	13+535.000	173	3.50	5.0	No cumple
C106	13+570.000	313	3.50	3.5	Cumple
C107	13+605.000	25	3.50	8.0	No cumple
C108	13+645.000	239	3.60	4.5	No cumple
C109	13+715.000	195	3.50	5.0	No cumple
C110	13+745.000	25	3.50	8.0	No cumple
C111	13+805.000	25	3.50	8.0	No cumple
C112	13+860.000	25	5.00	8.0	No cumple

Tangente	Progresivas	Radio	Bombeo y peralte		Condición
			Existente %	Norma %	
C113	13+900.000	73	3.50	8.0	No cumple
C114	13+960.000	37	3.50	8.0	No cumple
C115	13+970.000	25	3.50	8.0	No cumple

**Gráfico 11.** Evaluación de peraltes y bombeos



Del gráfico 11 se concluye que solo el 32% de secciones cumple con el bombeo y peralte en la vía. Así mismo el 68% no cumple con los peraltes y bombeos que establece la norma DG-2018.

#### 4.5 Presentación de resultados.

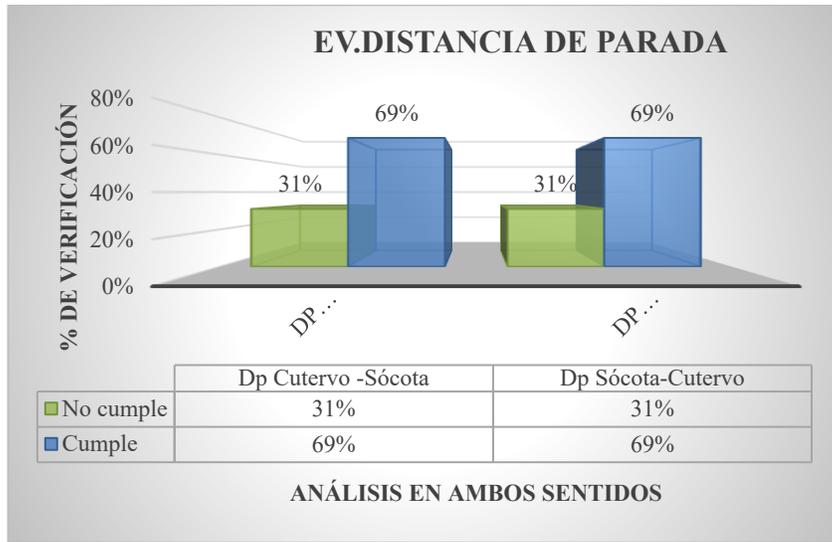
##### 4.5.1 Distancia de visibilidad.

De la evaluación de la distancia de visibilidad, se presentan los resultados del análisis en ambos sentidos lo relacionado a la velocidad de parada; ya que como se mencionó no corresponde a un estudio de visibilidad de adelantamiento por tratarse de una vía existente de un solo carril, la presente vía presenta la siguiente tabla resumen. Donde se afirma de acuerdo al gráfico 12 en ambos sentidos no cumple con la distancia de parada el 31% de tramos evaluados y solo el 69% cumple con dichas medidas que manda el DG-2018.

**Tabla 36.** Verificación de la distancia de parada sentido Cutervo-Sócota

sentido	Cumple %	No cumple %
Dp Cutervo - Sócota	69%	31%
Dp Sócota-Cutervo	69%	31%

**Gráfico 12.** Evaluación de distancia de visibilidad

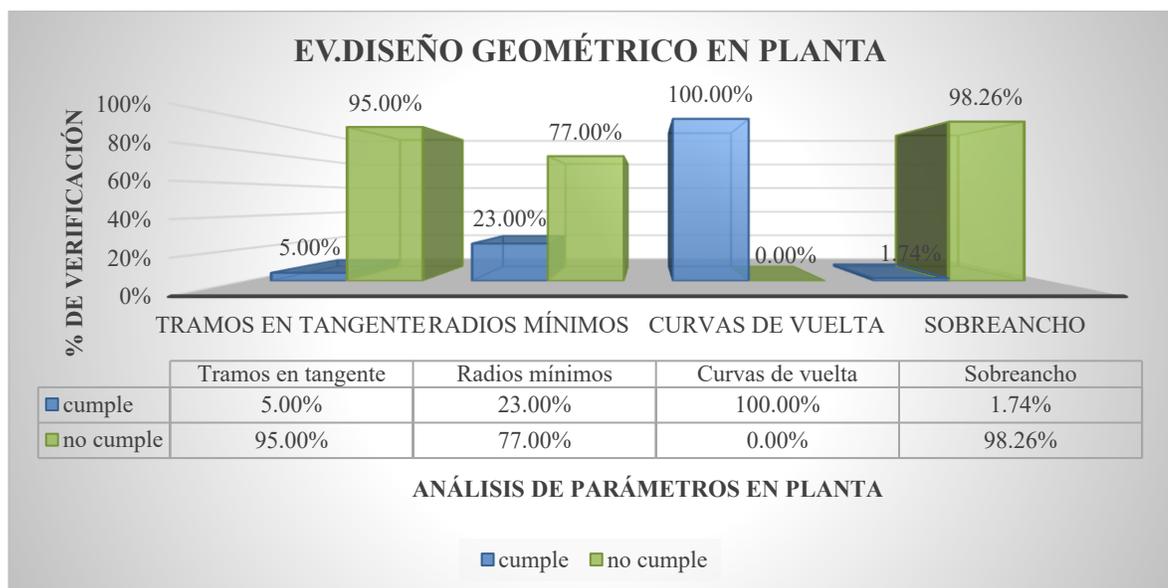


#### 4.5.2 Diseño geométrico en planta.

**Tabla 37.** Resumen de parámetros geométricos en planta

Parámetro	Cumple %	No cumple %
Tramos en tangente	5.00%	95.00%
Radios mínimos	23.00%	77.00%
Curvas de vuelta	100.00%	0.00%
Sobreancho	1.74%	98.26%

**Gráfico 13.** Evaluación de diseño geométrico en planta



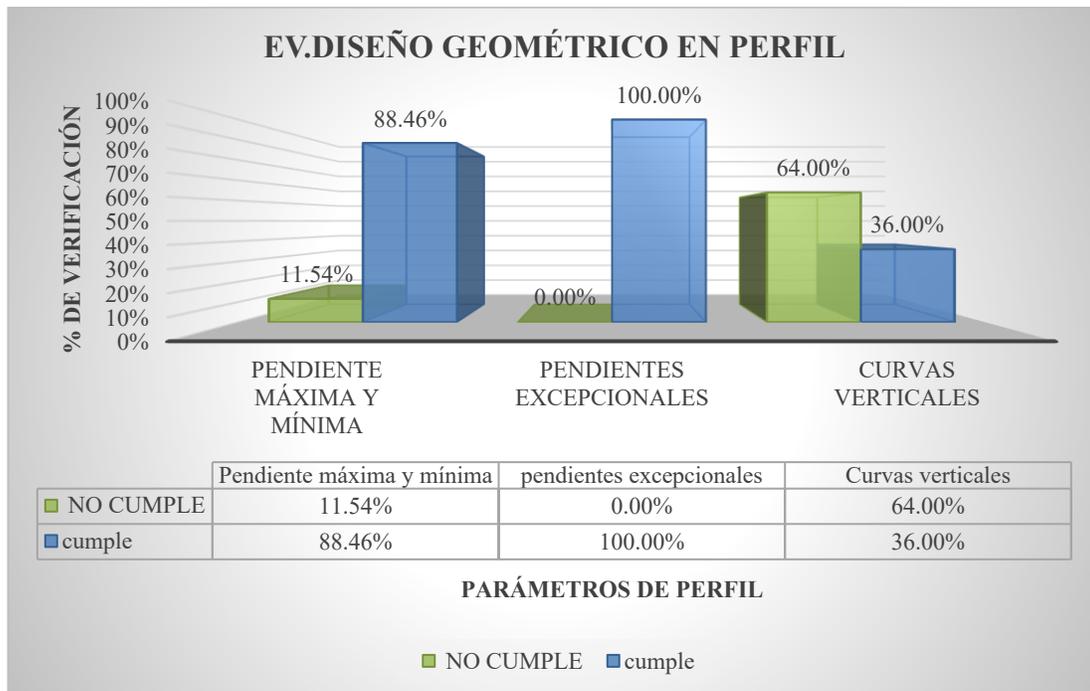
Como se puede apreciar en la evaluación de los parámetros que corresponden a diseño geométrico en planta la mayoría de parámetros no cumple con las dimensiones mínimas de acuerdo al reglamento vigente. Así, podemos destacar que la evaluación de tramos en tangente, radios mínimos, sobreaancho; solamente el 5%, 23%, 1.74% cumplen con las dimensiones mínimas. Por otro lado, solamente el parámetro curvas de vuelta cumple con las dimensiones mínimas en su 100%.

### 4.5.3 Diseño geométrico en perfil.

**Tabla 38.** Resumen de parámetros geométricos en perfil

Parámetro	Cumple %	No cumple %
Pendiente máxima y mínima	88.46%	11.54%
pendientes excepcionales	100.00%	0.00%
Curvas verticales	36.00%	64.00%

**Gráfico 14.** Evaluación de diseño geométrico en perfil



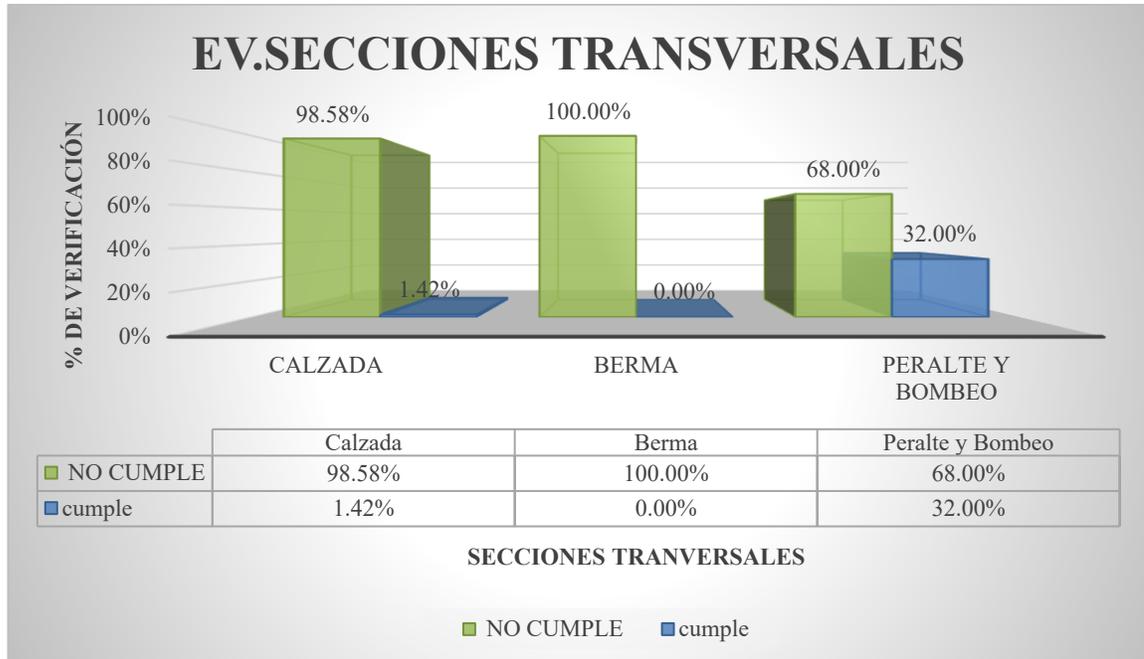
De parámetros geométricos en perfil el único parámetro que cumple es el de pendientes máximas excepcionales tal como se muestra en el gráfico 14. En tanto los parámetros como pendiente máxima y mínima solamente el 88.46% cumple con el DG-2018. Así mismo las curvas verticales analizadas solamente el 36% de estas analizadas cumple con dicho reglamento.

#### 4.5.4 Diseño geométrico de la sección transversal.

**Tabla 39.** Resumen de secciones transversales

Parámetro	Cumple %	No cumple %
Calzada	1.42%	98.58%
Berma	0.00%	100.00%
Peralte y Bombeo	32.00%	68.00%

**Gráfico 15.** Evaluación de secciones transversales



En esta evaluación se destaca que el 100% de la berma evaluada no cumple con las dimensiones mínimas, como se dejó claro en antes la presente vía no presenta berma en ningún tramo. Por otro lado, este análisis nos permite ver que el 68.58% de las secciones evaluadas presentan la calzada con dimensiones insuficientes, así mismo solo el 32% de secciones evaluadas cumple con el peralte y bombeo en comparación con lo que manda el manual de diseño DG-2018.

#### 4.5.5 Contratación de hipótesis.

Se determinó que los parámetros geométricos de la carretera Cutervo - Súcota (km 9+000.0 al 14+000.00) no cumplen con las disposiciones del Manual de Diseño Geométrico de carreteras DG-2018. Ya que como se muestra en los resultados numeral 4.5 las características de diseño geométrico en su mayoría no cumplen con las dimensiones mínimas.

## CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

### 5.1 Conclusiones

Las conclusiones a las que se llega en este estudio son:

- Se realizó el análisis de las características geométricas de la carretera Cutervo-Socotá. Donde se obtuvo que: no cumplen con los parámetros que establece el DG-2018. Distancia de parada el 31% de tramos analizados; **evaluación en planta:** tramos en tangente el 95%, radios mínimos el 77%, sobreechancho el 98.26%; **evaluación en perfil:** pendientes mínimas y máximas el 11.54%, curvas verticales el 64%. **Secciones transversales;** la calzada 98.58%, berma 100%, peralte y bombeo el 68%.
- Se hizo el levantamiento topográfico en el tramo la Sugcha km 9+000.00 -Yatún km 14+000.00.
- Se realizó el estudio de tráfico vehicular determinando un IMDA= 297 vhe/día, comprendida en el tramo la Sugcha km 9+000.00- Yatún km 14+000.00.
- Se realizó la clasificación de la carretera Cutervo – Sócota, concluyendo que: según su demanda es de tercera clase, según su orografía le corresponde orografía tipo II y pertenece a la red vial nacional.
- Se determinaron las características geométricas evaluadas en planta, perfil y secciones transversales en la cual se concluye que: la mayoría no cumple con los parámetros que establece el Manual de carreteras DG-2018.

### 5.2 Recomendaciones

- Se recomienda para futuras investigaciones realizar un estudio más profundo e integral donde se tome en cuenta la estabilidad de taludes, las cunetas, señalización y la consistencia presente en la geometría vial.
- Se recomienda para futuras investigaciones realizar el levantamiento topográfico con la tecnología LIDAR. Para un levantamiento en menor tiempo y un alto índice de detalle.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ministerio de Transporte Comunicaciones. (2018). Manual de Carreteras -Diseño Geométrico - DG 2018. Dirección general de caminos y ferrocarriles. Lima, Perú. Recuperado de [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/manuales.html](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/manuales.html).
- Ministerio de Transporte Comunicaciones. (2009). Reglamento Nacional de Tránsito. Superintendencia de Transporte Terrestre de Personas, Carga y Mercancías. Lima, Perú. Recuperado de [https://www.sutran.gob.pe/wp-content/uploads/2015/08/D\\_NRO\\_016-2009-MTC\\_AL\\_05.05.14.pdf](https://www.sutran.gob.pe/wp-content/uploads/2015/08/D_NRO_016-2009-MTC_AL_05.05.14.pdf).
- Ministerio de Transporte Comunicaciones. (2018). Emp. PE-3N (Cutervo) - Sócota - San Andrés de Cutervo - Santo Tomas -Pimpingos - Emp. PE-04 C (Cuyca). Dirección general de caminos y ferrocarriles. Lima, Perú. Recuperado de [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/manuales.html](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/manuales.html).
- Comunidad Andina de Naciones CAN. (2020). Accidentes de Tránsito en la Comunidad Andina,2019. Recuperado de <https://www.comunidadandina.org/DocOficialesFiles/DEstadisticos/SGDE917.pdf>.
- Zea Bueno, J. L., Ortiz Moreno, G. A., & Zamudio Maldonado, P. A. (2009). Diagnóstico de la vía actual y propuesta de diseño geométrico del tramo comprendido entre el k0+ 000 hasta el k3+ 000 de la vía municipio de Tena-Los Alpes Cundinamarca.
- Solis Ayora, L. A. (2018). Evaluación del diseño geométrico de la carretera Carhuaz - Chacas, tramo km 0+000 al km 9+500, aplicando el manual de diseño geométrico DG-2014 año 2017.
- Quiroz Goveya, P. M., & Gutierrez Capcha, M. (2021). Evaluación del diseño geométrico para el trazo de la carretera Calla - Ccochapata en Cotabambas – Apurímac, 2020.
- Melendez Muñoz, M. Á. (2019). Análisis técnico del diseño geométrico de la carretera nacional PE-3N, con relación al manual de carreteras DG-2018, tramo: KM. 136+000 – KM. 141+000.

- Céspedes Abanto, José María. (2001). Carreteras Diseño Moderno - Editorial Universitaria UNC.690 pp.
- Gómez Allende, G.R. (2020). Evaluación de la seguridad vial de la carretera CV-310 entre los PPKK 9+185 y 20+240 (tramo “Béterra – Serra”), utilizando la metodología IRAP. Tesis master, España.
- Meléndez Muñoz, M.A. (2019). Análisis técnico del diseño geométrico de la carretera nacional PE-3N, con relación al manual de carreteras DG-2018, tramo: KM. 136+000 – KM. 141+000. *Tesis Ing.* Cerro de Pasco, Perú.
- Alvaron Robles, A.J. (2022). Evaluación de los parámetros del diseño geométrico de la carretera Huaraz-Santo Toribio (l=16 km) con el Manual de Diseño Geométrico 2018, año 2020. *Tesis Ing.* Anchas, Perú.
- Villena Herrera, M.F. (2021). Análisis de la consistencia de la carretera centro poblado Huambocancha Alta – centro poblado Porcón bajo y su relación con la seguridad vial. *Tesis Ing.* Cajamarca, Perú.
- Cáceres Castro, J.C. (2019). Evaluación de la seguridad de la carretera no pavimentada de bajo volumen de tránsito Santa Cruz-Quio-el Sauce-Mitopampa (12+545 km.); en función a sus parámetros de diseño. *Tesis Ing.* Cajamarca, Perú.
- Carrera Terrones, J.W. (2019). Evaluación de la seguridad vial de la carretera la Shita – Atumpata km 00 + 00 – km 05 + 00 en función a sus parámetros de diseño geométrico. *Tesis Ing.* Cajamarca, Perú.
- Sociedad de Comercio Exterior del Perú. (2020). Infraestructura Vial: Gobiernos Subnacionales Estancados. Recuperado de <https://www.comexperu.org.pe/articulo/infraestructura-vial-gobiernos-subnacionales-estancados>